

# Modelos Mixtos en la Gestión del Mantenimiento

Luis Amendola



Las empresas precisan ser competitivas para mantenerse o sobrevivir en el mercado. Para ello deben buscar la mayor disponibilidad operacional de sus equipos y una permanente mejora en las performances de las herramientas de producción, dentro de una gestión de calidad total. Esto las obliga a transformar las estructuras organizacionales, contemplar un desarrollo permanente de las áreas productivas, aumentar el nivel de utilización de los equipos al máximo posible, alargando su vida útil, invertir en la automatización de equipos y procesos, asegurar el grado de disponibilidad de sus equipos, reducir y optimizar sus costes al mínimo aceptable. Todo ello sin olvidarnos de respetar las condiciones de trabajo y seguridad del personal, los plazos de entrega programados y la preservación del medio ambiente.

En este contexto, propongo a las plantas industriales considerar la función mantenimiento como un instrumento excelente para mejorar la competitividad en sus empresas. Las empresas deben ir evolucionando tecnológicamente hasta quedar enfocada en la actualidad en:

- Asegurar la disponibilidad operacional de los equipos (correctivo, preventivo, predictivo, monitoreo por condición, control, inspecciones y manejo de activos).
- Mejorar los equipos e instalaciones productivas en forma continua (a través de modernizar o mejoras para reducir costes de mantenimiento y producción);
- Controlar y supervisar los trabajos nuevos y los contratos de outsourcing.

En consecuencia las empresas deben cambiar; y este cambio es una transición desde "lo que somos" hasta "lo que deseamos ser". Generalmente esta transición ofrece "oportunidades". Pero también tenemos miedos por los "peligros" que imaginamos.

Para poder adaptarse a estos cambios, propongo revisar los métodos de trabajo y organización. Para llevarla a los nuevos tiempos, muchos métodos aparecieron como modelos de gestión tales como: TQM (Control de Calidad Total), el TPM (Total Productive Maintenance), el RCM (Reliability Centred Maintenance), CMMS (Computerised Maintenance Management System), el Mantenimiento Estratégico, el Mantenimiento de Oportunidad. Y seguramente continuarán apareciendo nuevas técnicas en base a las experiencias que se desarrollan en las distintas corporaciones y centros de investigación.

En definitiva el éxito de muchas corporaciones radica en adaptar un modelo mixto de estas técnicas de acuerdo a la realidad de cada empresa.

## Modelo Mixto Propuesto

- MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL ( TPM)
- MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC)
- SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
- ANALISIS CAUSA Y RAÍZ
- OPTIMIZACIÓN DE COSTE RIESGO
- MANEJO DE ACTIVOS

**TPM: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

El TPM tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de los equipos con la participación del personal de producción, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total. Considera que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo que le fuera confiado. El técnico de mantenimiento puede conocer muy bien las

especificaciones del equipo y haber estudiado sus partes constitutivas. Pero el operario trabaja y convive diariamente con la maquinaria, y llega a conocerla muy profundamente.

Cuando se implementa este tipo de mantenimiento en una empresa, constituye un complemento a la gestión de calidad total, dado que todo el personal se involucra en esta filosofía participando activamente para mejorar la disponibilidad operacional y el rendimiento del sistema de una manera global.

El TPM involucra a todos los sectores de la empresa y tiene como objetivo mejorar la disponibilidad real de los equipos reduciendo las fuentes de pérdidas de productividad. Para su aplicación es requisito adaptar las tareas de mantenimiento, ya que un operario no puede realizar, por ejemplo, una intervención en los circuitos electrónicos, ni de instrumentación y control. Sin embargo, todo lo que constituye el mantenimiento de primer nivel o mantenimiento básico previsto por el constructor sin desmontajes, e incluso el de segundo nivel, tal como reparaciones sencillas y operaciones menores de preventivo con intercambio previsto de elementos estándar, en muchas ocasiones lo realizan mejor los operarios que el propio técnico de mantenimiento, dado que conocen sus máquinas y los síntomas. Esta es la filosofía de la TPM.

Con la implementación de TPM se afrontan 6 fuentes principales de fallos que perjudican la obtención del rendimiento óptimo y pueden agruparse del siguiente modo:

- Los fallos.
- Los ajustes ó calibraciones necesarias luego de los fallos previo a la puesta en marcha.
- El funcionamiento sin producción (por ejemplo, por falta de materia prima), las pequeñas detenciones sin motivo y la utilización de los equipos a menor potencia.
- Menor ritmo de producción del equipo (utilizar la máquina a menor rendimiento).
- Defectos internos en el proceso ó método de producción.
- Controles periódicos innecesarios.

Por otra parte, es posible definir 5 medidas básicas para eliminar los fallos:

- Satisfacer las condiciones básicas del equipo.
- Respetar las condiciones de utilización especificadas en el manual de operación.
- Remediar las causas de degradación del equipo tomando medidas a tiempo para evitarlo.
- Corregir u optimizar las deficiencias de concepción y/o diseño.
- Mejorar las funciones operativas y de mantenimiento, buscando prevenir errores humanos.

Las 3 etapas a cumplir para la aplicación de un programa TPM serán:

**Fase de Preparación:** Por medio de una reunión informativa general y la publicación en periódico de la empresa, en esta fase se explica la importancia de su aplicación. También se brinda formación al personal mediante cursos al personal gerencial y supervisorio (con el objeto de convencerse de los beneficios) y para el personal de planta (a fin de su implementación). La estructura de control se organiza incluyendo la formación de Grupos de Control para seguimiento y evaluación de las acciones, y grupos de mejoras con el objetivo de estudiar y proponer mejoras concretas. Se definen, asimismo, los objetivos perseguidos, los que deben resultar realistas y factibles de alcanzar, preparando un proyecto de aplicación que debe justificarse ante especialistas.

**Fase de Realización:** Inicialmente, en esta fase se aplican las estrategias a un equipo piloto, para luego poder extenderlas a un sector piloto de la planta. En ambos casos se determinan indicadores de rendimiento y disponibilidad operacional. Se establecen los planes de Mantenimiento Autónomo (PMA) a realizar por parte del personal de producción, y el Plan de

Mantenimiento Preventivo (PMP) a cargo del personal de mantenimiento. Se brinda formación técnica al personal involucrado, individualizando líderes de grupos en la búsqueda de la mejora continua. Luego resulta necesario organizar la obtención y registro de datos, concibiendo una gestión de mantenimiento flexible durante el período inicial. Se busca desarrollar las necesidades y oportunidades de mejoras, implementándolas en el sector piloto de acuerdo con un cronograma previamente establecido y acordado. Finalmente, se verifican y evalúan los resultados obtenidos.

**Fase de Consolidación:** Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, extendiendo la aplicación de las estrategias que dieron resultados favorables al resto de la planta industrial y se definen objetivos más elevados para continuar en la búsqueda de la mejora continua. Y este proceso no finalizará nunca porque siempre existirán metas más elevadas y mejoras factibles de implementar.

#### MCC : MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

La aplicación adecuada de las nuevas técnicas de mantenimiento bajo el enfoque del M.C.C., permiten de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo los fallos de los activos en un contexto operacional específico.

#### Propósito:

Objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos a bajos costes, partiendo de la ejecución permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional. En otras palabras, el mantenimiento debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados, es decir, debe estar centrado en la Confiabilidad Operacional.

En la actualidad, este objetivo puede ser alcanzado de forma óptima, con la metodología de gestión del Mantenimiento, titulada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (M.C.C). En términos generales, permite distribuir de forma efectiva los recursos asignados a la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional y los posibles efectos o consecuencias de los modos de fallos de estos activos, sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones.

"El MCC sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario. El equipo desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible, que se adapta a necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta, la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón coste / beneficio"

En otras palabras el MCC es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las tareas de mantenimiento óptimas para cada situación (predictivo, preventivo, etc.) en función del impacto global (seguridad, ambiente, coste, unidades de producción).

## Bases Conceptuales

El M.C.C. es necesario porque:

- Responde a las debilidades derivadas de los enfoques tradicionales de mantenimiento.
- Permite asociar y sopesar los riesgos del negocio con la falla de los activos.
- Facilita de manera sistemática, la determinación del enfoque óptimo que se le deben dar a los recursos de la función mantenimiento.

Su aplicación busca definir estrategias de Mantenimiento que:

- Mejoren la seguridad
- Mejoren el rendimiento operacional de los activos
- Mejoren la relación coste / riesgo-efectividad de las tareas de mantenimiento
- Sean aplicables a las características de los fallos
- Minimizar la ocurrencia de fallos, o al menos sean efectivas en mitigar las consecuencias una vez ocurrida la misma, es decir, un mantenimiento que funcione y sea coste-efectivo.
- Sean documentadas, auditables y susceptibles de actualizar.

SGC: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

## Calidad en la prestación de servicios

Antes de los 80s, el sector de mantenimiento no prestaba a la calidad la misma atención sistemática que le prestaban las organizaciones manufactureras. A partir de esta década, el interés en la calidad comenzó a permear al sector de mantenimiento. Este interés se ha expandido durante los 90s; y ya en el 2000 es obvio que la calidad de los mantenimientos también debe ser manejada sistemáticamente. Se ha encontrado que las actividades de la calidad tienen que abarcar a todas las áreas de la organización y no solamente a las que tienen contacto cara a cara con los clientes. Con la incorporación de la norma ISO 9000-2000 los indicadores de calidad para el mantenimiento son fundamentales para el manejo del negocio.

ACR: ANÁLISIS CAUSA RAÍZ

Es una herramienta utilizada para identificar las causas que originan los fallos o problemas, las cuales al ser corregidas evitarán la ocurrencia de los mismos. Es una técnica de identificación de causas fundamentales que conducen a fallos o fallos recurrentes. Las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado, es importante mencionar que es un análisis deductivo, el cual identifica la relación causal que conduce al sistema, equipo o componente a fallos. Se utilizan una gran variedad de técnicas y su selección depende del tipo de problema, disponibilidad de la data y conocimiento de las técnicas: análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama espina de pescado, análisis de cambio, análisis de barreras y eventos y análisis de factores causales.

## ¿Dónde y cuando se debe aplicar ACR?

En forma proactiva para evitar fallos recurrentes de alto impacto en costes de operación y mantenimiento.

En forma reactiva para resolver problemas complejos que afectan la organización.

Equipos / sistemas con un alto coste de mantenimiento correctivo.

Particularmente, si existe una data de fallos de equipos con alto impacto en los costes de mantenimiento o pérdidas de producción.

Análisis de fallos repetitivos de equipos o procesos críticos.  
Análisis de errores humanos en el proceso de diseño y aplicación de procedimientos y de supervisión.

## **Beneficios Generados por el Análisis Causa Raíz.**

Reducción del número de incidentes, fallos y desperdicios.  
Reducción de gastos y de la producción diferida asociada a fallos.  
Mejoramiento de la confiabilidad, la seguridad y la protección ambiental.  
Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.

## **Importancia del ACR.**

Normalmente cuando ocurre un fallo, esta es percibida porque genera ciertas manifestaciones o fenómenos de fácil localización (síntomas), no así las causas de la misma (causa raíz) que, mientras más complicado sea el sistema, mayor será la dificultad de localizar el origen de dichas causas, pudiendo atacar las manifestaciones del fallo pero no su origen, lo que se traduce en potencialidad de ocurrencia de fallos que se harán recurrentes.

Cuando la gente responsable de mantener sus sistemas y procesos funcionando se hallan tan ocupados que no tienen tiempo para identificar las verdaderas causas de los problemas, generalmente sólo "aplican presión sobre la herida" para seguir en movimiento. Cuando se trata de un problema menor, se dice que se "pone una vendita". Ya cuando se trata de un problema mayor, se dice que se está aplicando un "torniquete". En una metáfora muy usada en inglés se dice que andamos tan ocupados extinguiendo fuegos que no podemos buscar al "tipo de los cerillos".

Posponer la acción correctiva de la "Causa Raíz" es común. En la presión de la rutina diaria, los gerentes e ingenieros se hallan con frecuencia imposibilitados de eliminar el problema de fondo, de manera que puedan dedicarse a atender los síntomas, para que el negocio se mantenga en marcha y se tenga el dinero para los sueldos. No tiene caso estar lamentándose al respecto, es simplemente un hecho, a veces necesario para la salud o supervivencia de la empresa. El segundo factor que contribuye a retardar la acción respecto a los problemas de fondo, es que se trata de problemas generalmente "aceptables o tolerables". No tiene caso argumentar que no son aceptables, si no lo fueran, no ocurrirían o serían mucho menos frecuentes.

Se hace necesario crear programas tales como el Análisis de Causa Raíz para ayudar a recordar que tal vez el programa de mantenimiento preventivo que no se ejecuta está asociado a la cantidad de fallos que presentan los equipos, esto a su vez conlleva a que la situación se convierta en una cacería de brujas, cada quién buscando culpables y evadiendo responsabilidades.

## **OCR: Optimización Coste - Riesgo**

La metodología de Optimización Coste-Riesgo (OCR) representa una vía altamente efectiva y eficiente para ejecutar estudios en un tiempo relativamente rápido con resultados de gran impacto en la Confiabilidad Operacional del proceso. Las técnicas de OCR nos ayudan a modelar y analizar distintos escenarios, con el fin de poder determinar el momento oportuno de realizar una actividad (mantenimiento/inspección/proyectos), conocer la viabilidad económica de algún proyecto y determinar el número óptimo de repuestos. Estos resultados permitirán optimizar el proceso de toma de decisiones de los diferentes procesos de gestión de la Confiabilidad Operacional dentro de una empresa.

### **Referencias:**

J. Woodhouse. "Optimización Costo Riesgo de Mantenimiento". The Woodhouse Partnership. 2000.  
James A. Leflar. Practical TPM. " The Method for Success at Agilent Technologies", January 2001.

TPM for every operator (Shop floor Series), by Japan Institute of Plant Maintenance (Editor), September 1996.  
TPM team guide (Shop floor Series), by Kunio Shirose (Editor), Nihon Puranto Mentenansu Kyokai , 1996.  
J. Woodhouse. "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad". The Woodhouse Partnership. 2000.  
Terry Wireman, "Developing Performance Indicators for Managing Maintenance", August 1999.  
Keniche, TPM for the lean factory. "Innovative Methods and Worksheets for Equipment Management", 1998.  
John Woodhouse. "Curso de Adiestramiento "Introducción al área de Análisis Costo/Riesgo/Beneficio". The Woodhouse Partnership Limited. 1994.  
John Woodhouse. "Managing industrial risks". Chapman and Hall, 1993.  
Elsayed A. Elsayed, "Reliability Engineering", Addison Wesley Longman Inc., New York, 1996.  
Andrews, I.D. and Moss, T.R. "Reliability and Risk Analysis". Essex: Longman Scientific & Technical, 1993  
SMITH, D.J. "Reliability, Maintainability and Risk". (5th Edition), 1997, Oxford: Butter worth-Heinemann.  
An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.. Autor: Charles Ebeling.. Mc Graw-Hill 1997 ISBN: 0-07-018852-1  
Handbook of Reliability Engineering and Management Authors: Ireson, Coombs, Moss. Second Edition Mc Graw-Hill 1996 ISBN: 0-07-012750-6

---

**Dr. Luis Amendola.** Dpto. de Proyectos de Ingeniería e Innovación Universidad Politécnica de Valencia España, con 20 años de experiencia en la industria del petróleo, gas y petroquímica, desempeñado posiciones técnicas, gerenciales en Proyectos de Ingeniería, Mantenimiento y Desarrollo de Negocios en empresas internacionales.