

# Panorama de los sistemas de información para la gestión del mantenimiento

Mónica A. López-Campos<sup>1</sup> <sup>2</sup> Salvatore-Cannella<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Sevilla

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/5739>

## 1. INTRODUCCIÓN

Basar la gestión del departamento en los sistemas de información, especialmente para la función de mantenimiento, es una decisión estratégica, que contribuye a la automatización de procedimientos y toma de decisiones, (al hacerlos independientes de la dispersión geográfica, de las tecnologías y de las personas).

Esta automatización genera beneficios para la gestión del mantenimiento, como el contar con información en tiempo real y datos históricos, mayor visibilidad de las operaciones, mejor control de la criticidad y prioridad, eliminación de tareas redundantes, gestión del conocimiento, reducción de tiempos y costes, etc.

A pesar de las mencionadas ventajas, las estadísticas señalan que el sector empresarial no aprovecha completamente las ventajas que brinda la incorporación de estos sistemas. Según la experiencia de los autores, esto puede deberse a un vacío de información sobre las características y particularidades de los sistemas de información para la gestión del mantenimiento.

Esta ha sido la motivación para desarrollar el presente texto, el cual tiene el propósito de introducir al lector hacia los sistemas de información para la gestión del mantenimiento más extendidos actualmente: los sistemas de *gestión del mantenimiento asistida por ordenador* (GMAO) y los sistemas de *gestión de activos empresariales* (EAM). Así como ofrecer algunas observaciones y recomendaciones que pueden ser de interés en el proceso de implementación de estos sistemas.

## 2. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

El desarrollo de los Sistemas de Información para el Mantenimiento (SIM) puede dividirse en tres fases:

La **fase de Introducción** corresponde a la aparición de los primeros ordenadores, desde la década de los '50 y '60 cuando solamente las mayores empresas podían permitirse tener un ordenador, hasta entrados los años 70 cuando aparecieron los primeros ordenadores personales. La información en ese entonces no podía ser compartida entre distintas funciones de la organización. Mucho de la gestión del mantenimiento era hecho de forma manual.

Los primeros sistemas informáticos específicos para el mantenimiento surgieron en los años 70 y se limitaban a realizar algunas tareas de calendarización de acciones preventivas. Al inicio de los '80 fueron desarrollados programas dedicados para funciones específicas, permitiendo ya la sistematización, planificación y control de las tareas de mantenimiento. Ya para 1985 había 60 sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) disponibles en el mercado, con funcionalidades como programación de actividades de mantenimiento, control de almacenes, control de presupuestos y archivo histórico. Sin embargo en estos tiempos los sistemas GMAO aún tenían pobre integración y pobres interfaces.

La **fase de Coordinación** se dio desde finales de los años 70 y durante los '80: es, entonces, cuando se comenzó a permitir intercambiar información entre distintas tecnologías y áreas de una misma organización, ya que por ese entonces diferentes autores concluyeron que una condición para tener un sistema GMAO efectivo es su conexión con las estrategias de la organización en su conjunto.

Se comenzó así a explorar el uso de los sistemas GMAO de manera integra-

da con otras funciones organizacionales como control de calidad, compras, finanzas y producción. A partir de ese momento, las interfaces de manejo para el usuario comenzaron a ser diseñadas de modo más amigable.

Durante el inicio de los años 90 el enfoque se dirigió hacia la mejora de la gestión del mantenimiento preventivo (por ejemplo, en forma de sistemas expertos para la planificación de políticas de mantenimiento, calendarización, diagnóstico de fallos, etc.). También durante esta etapa comenzó a gestarse la idea del mantenimiento predictivo en forma de sistemas informáticos para la monitorización y el mantenimiento centrado en condición.

La **fase de Integración** se inauguró al final de los años 90, cuando surgieron los sistemas que integraban las distintas bases de datos y funcionalidades de la organización en una interfaz común, que además daba énfasis a los aspectos económicos relacionados con el mantenimiento. Surgieron los sistemas integrados para la *planificación de recursos de la empresa* (ERP), la *manufactura integrada por computadora* (CIM) y los *sistemas de registro de datos y control de supervisión* (SCADA). La evolución de las *tecnologías de la información y la comunicación* (TIC) hizo presente propuestas para el desarrollo de la monitorización remota y del tele-mantenimiento.

Es hasta el inicio de los años 2000 cuando los desarrollos tecnológicos para el mantenimiento dejan de enfocarse exclusivamente en los sistemas GMAO y crece la implementación de otros tipos de tecnologías basadas en el uso de dispositivos móviles y redes de comunicación, principalmente para la monitorización en tiempo real, la toma de decisiones, el diagnóstico de fallos y la realización de procesos a distancia, naciendo así el concepto de "*e-maintenance*".

Finalmente como tendencias futuras, se plantea el surgimiento de técnicas como la combinación de herramientas de diseño con herramientas de mantenimiento y los sistemas de auto-mantenimiento. Estos sistemas de auto-mantenimiento serían capaces de monitorizarse, diagnosticarse y repararse a sí mismos.

### 3. LOS SISTEMAS GMAO

Un sistema de GMAO se define como un conjunto integrado de *software* y archivos de datos diseñados para proveer un medio efectivo de gestionar una cantidad masiva de datos de mantenimiento en una forma estandarizada. En otras palabras, es un paquete de software que contiene una base de datos con información sobre la gestión del mantenimiento, información que sirve para realizar las tareas de mantenimiento más eficientemente y que ayuda a la toma de decisiones.

Diversos autores han coincidido en la importancia de contar con un sistema GMAO para la adecuada realización de la gestión del mantenimiento; incluso es nombrado como una plataforma para alcanzar el mantenimiento de “clase mundial”. Estos sistemas permiten acceder a los datos y transformarlos en información que puede ser usada para priorizar las acciones y tomar mejores decisiones en las actividades de mantenimiento, tener un control adecuado de los procesos y su importancia aumenta cuando el número de ítems a mantener y la complejidad de una planta son más altos.

Aunque la incorporación de un sistema de GMAO puede llegar a reducir entre un 10-30% el presupuesto anual del departamento de mantenimiento, en la mayoría de las empresas estos sistemas han sido usados más como una simple base de datos que como un soporte para la toma de decisiones. Muchas de las funciones que puede cumplir un sistema GMAO en ocasiones no son aprovechadas por desconocimiento.

Un condensado de las funciones de un GMAO puede clasificarse como a continuación se muestra:

*Funciones de planificación y ejecución del mantenimiento:*

- Gestión de mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo
- Control de procedimientos de mantenimiento
- Gestión de los reportes de mantenimiento, órdenes de trabajo e intervenciones (planificación, programación, generación de alertas, etc.)
- Gestión de datos históricos
- Monitorización basada en la condición
- Gestión y control de documentos, dibujos y registros

- Base de conocimientos para ayuda al nivel operativo
- Integración con otros sistemas de información empresariales

*Funciones de gestión de recursos:*

- Gestión de personal
- Gestión de activos e instalaciones
- Gestión de inventarios y compra de materiales y repuestos
- Manejo de presupuestos y costos
- Comunicación con las demás áreas de la empresa
- Captura y tratamiento de la información

*Funciones de evaluación y mejora:*

- Análisis de capacidades e indicadores claves del proceso
- Análisis de datos históricos
- Gestión de inspección y auditorías
- Generación de reportes
- Gestión para el autocontrol y la mejora continua

Además, los sistemas GMAO pueden ser usados no solo para gestionar, sino para automatizar el *Mantenimiento preventivo* (PM), el control de los inventarios y la compra de materiales. Así como para llevar a cabo el *Mantenimiento Basado en la Condición* (CBM).

### 4. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE ACTIVOS EMPRESARIALES

También conocidos como sistemas EAM por sus siglas en inglés “*Enterprise Asset Management*” son sistemas que básicamente realizan las mismas o similares funciones que los GMAO, pero que, además, se integran con otras funciones como finanzas, recursos humanos, gestión de materiales y otras aplicaciones para la planificación de recursos empresariales (sistemas ERP).

Típicamente un sistema GMAO se maneja estrictamente dentro de los confines de la orden de trabajo, el mantenimiento preventivo y sus inventarios. Los sistemas EAM abarcan todas esas funciones y además ofrecen más posibilidades, ya que típicamente los GMAO no incorporan módulos de finanzas y contabilidad (diferentes al simple archivo histórico de costos), ni de recursos humanos (diferentes al reconocimiento de los requerimientos de personal). Algunos paquetes EAM cuentan con la funcionalidad de conectarse a las aplicaciones, sistemas y subsistemas de planificación y control de la producción, pudiendo generar órdenes de mantenimiento en los tiempos disponibles, optimizando el rendimiento de las líneas de producción.

El *software* de EAM ofrece una robusta metodología para la documentación de los equipos y sus partes, incluyendo garantías, esquemas y diseño asistido por ordenador (CAD). Donde cada dato que es almacenado en el sistema está disponible para su utilización en otros módulos. La información puede ser reciclada, permanece consistente, actualizada y nunca tiene que ser ingre-

El *software* de EAM ofrece una robusta metodología para la documentación de los equipos y sus partes, incluyendo garantías, esquemas y diseño asistido por ordenador (CAD). Donde cada dato que es almacenado en el sistema está disponible para su utilización en otros módulos. La información puede ser reciclada, permanece consistente, actualizada y nunca tiene que ser ingre-

Funciones y características	Típicamente encontrado en:	
	GMAO	EAM
Base de datos estructurada y jerarquizada	Si	Si
Disponibilidad de suministros	Si	Si
Disponibilidad de recursos humanos	Si	Si
Requisición de compras	Si	Si
Calendarización del mantenimiento preventivo	Si	Si
Rastreo de costos	Si	Si
Mantenimiento del total del ciclo de vida del activo	No	Si
Análisis de mantenimiento predictivo	No	Si
Análisis de alternativas de mantenimiento	No	Si
Gestión de riesgos del activo físico	No	Si
RCM	No	Si
Análisis de causa raíz	No	Si
Análisis financieros de costo/vida	No	Si
Gestión de cambios en documentos técnicos	No	Si
Planificación estratégica para la gestión de activos	No	Si

Tabla 1: Características de un GMAO y de un EAM (adaptado de Strub y Jakovljevic, 2010)

sada más de una vez en el sistema. La Tabla 1 compara algunas de las características esperadas en un GMAO y en un EAM.

Se puede decir que el *Mantenimiento Centrado en Fiabilidad* (RCM) es el diferenciador crítico entre un sistema GMAO y un EAM. RCM es un proceso para definir una planificación efectiva para cada activo a mantener con un desempeño fiable. En vez de concentrarse en prevenir que el activo falle, el RCM se enfoca en el paradigma desde el cual la predicción es la mejor acción a ser tomada. Por lo tanto el crear un ambiente propio para el RCM es un proceso de análisis y mejora continua.

## 5. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

La inversión en un *Sistema de Información para el Mantenimiento* (SIM), ya sea un GMAO o un EAM es a largo plazo y el retorno de la inversión depende entre otros factores, de lo adecuado de la selección del *software*, de la efectividad de su implementación y del compromiso del personal con el nuevo sistema. Si se dan efectivamente estas condiciones, se producen muchos beneficios: disponibilidad de planta y equipos aumentada; menores costos, principalmente debido a una mejor dirección y a la reducción de acciones correctivas; vida de activos alargada; control mejorado de la planificación del mantenimiento preventivo; reducción del mantenimiento correctivo debido al mejor manejo de datos de mantenimiento y estadísticos, entre otros.

Sin embargo a pesar de los beneficios reportados un alto porcentaje de los SIM no son operativos, no rinden los beneficios esperados o son eliminados después de un breve tiempo de uso. Un estudio realizado por *The Standish Group in Massachusetts, USA* reveló que el 74% de los proyectos para implementar un sistema GMAO fracasan y otros reportan que el 57% de la totalidad de las empresas no alcanzan el retorno esperado de la inversión que hicieron en el SIM.

Todo lo anterior puede deberse a que existe una gran variedad de condiciones necesarias para que un SIM pue-

da ser implementado adecuadamente y que la mayoría de las empresas desconocen. Estas condiciones pueden obedecer a factores relativos a la empresa o al diseño y características de operación del sistema en cuestión. Por ejemplo: la poca operabilidad de un SIM puede deberse a la no existencia de proyectos de iniciación y control de este tipo de *software* dentro de la empresa, ya que instaurar un SIM constituye una decisión estratégica debido a sus implicaciones hacia otras áreas, los grandes tiempos y costos requeridos. Además, el sistema elegido puede no coincidir con la estrategia de mantenimiento o de operaciones o puede no ser compatible con los restantes subsistemas de información de la compañía. De hecho, una de las principales dificultades para implementar exitosamente un SIM es la necesidad de personalizar el *software* de acuerdo a las necesidades de la empresa. Necesidad que llega a presentarse en el 64% de los casos.

Las tareas para configurar un SIM pueden tomar meses para completarse. La mayoría de los sistemas no comienzan a ser operacionales hasta después de un año de su instalación y no operan con todas sus funcionalidades al 100% sino hasta pasados varios años. La instalación de un SIM puede tomar tan solo una semana, sin embargo en ese punto no se cuenta con información de utilidad dentro del sistema. Esto es lo que hace complicada su implementación. Además la mayoría de los paquetes utilizan tecnologías de base de datos tipo cliente-servidor (*Oracle, SQL Server, SQLBase*) para distribuir la información en las estaciones de trabajo. Estos sistemas generalmente no son tampoco sencillos de configurar, especialmente en infraestructuras que poseen ya restricciones de tipo TIC. Es por este motivo que algunos investigadores sugieren como mejor solución ante el alto costo que implica enmendar un sistema comercial, el desarrollo interno de un nuevo sistema a partir de sistemas genéricos y que refleje la especificidad del ambiente de aplicación.

Los siguientes factores técnicos pueden influenciar en gran medida en el éxito de un SIM:

- La calidad del sistema, que puede ser evaluada como la usabilidad (interfaz amigable al usuario), dis-

ponibilidad, confiabilidad, adaptabilidad y tiempo de respuesta.

- La calidad de la información, que puede ser evaluada en función de su amplitud, facilidad de comprensión, coherencia, importancia y fiabilidad.
- La calidad del servicio del departamento de TIC (o proveedor externo) y de su personal (disponibilidad, tiempo de respuesta, empatía, etc.).

Es de notar que algunos SIM no proveen la información necesaria suficiente para hacerlos operativos, ciertos módulos no son utilizados debido a la falta de capacitación del personal o por mala actitud al cambio por parte de los recursos humanos. También es posible que no se realice adecuadamente la implementación porque la gerencia espera resultados a corto plazo.

Un SIM debe incorporarse siempre de la mano con una adecuada planificación, ya que hay estudios que declaran que una mala implementación puede resultar en costos aumentados de mantenimiento; solamente cuando el sistema es acompañado de cambios en los hábitos de mantenimiento y metas, resulta un adecuado incremento en productividad y en la mejora de prácticas.

Con lo visto anteriormente, para la elección de un SIM hay que considerar factores técnicos como el tamaño del sistema a elegir (pudiendo ser éste un sistema simple, pequeño o grande dependiendo principalmente de su costo), número de módulos, nivel de integración con *software* ERP y desempeño. Igualmente se recomienda analizar factores económicos y de gestión como los requerimientos materiales y de cualificación del personal, el ratio de retorno sobre la inversión esperados, los costes de mantenimiento, puesta a punto, entre otros.

## 6. CONCLUSIONES

Utilizar los Sistemas de Información para la Gestión del Mantenimiento (SIM) ofrece muchas ventajas, derivadas principalmente de la evolución constante que han tenido las TIC con el paso de los años. Actualmente, se puede contar con sistemas especializados en diversas tareas relacionadas con

la gestión del mantenimiento, integrados con el resto de sistemas de información de la organización y que incluso incorporan desarrollos que facilitan el mantenimiento proactivo, aspectos predictivos y la monitorización remota de la condición de los equipos.

Hoy por hoy, los SIM más extendidos en el mundo empresarial son los sistemas de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO) y los sistemas de Gestión de Activos Empresariales (EAM). Estos últimos tienen un alcance más extenso, ya que además de realizar las mismas funciones que los sistemas GMAO integran otras aplicaciones tipo ERP. Muchos de ellos, además, se especializan en análisis RCM.

Sin embargo es necesario reconocer que, a pesar de sus funcionalidades, una gran mayoría de SIM no es completamente aprovechada por las empresas que los adquieren, funcionando únicamente como costosos y complejos repositorios de información. Para evitar esta desfavorable situación es necesario realizar un análisis previo a la adquisición de un SIM, donde es necesario considerar tanto aspectos técnicos (diseño del sistema, compatibilidad con el resto de sistemas de información de la empresa, necesidad de personalización, disponibilidad de datos para la operación, tamaño del sistema) como aspectos económicos y de gestión (costos implicados, capacitación y actitud del personal, tasa de retorno sobre la inversión, entre otros). Y aunque podría esperarse que los potenciales problemas derivados del intercambio de información entre interfaces distintas pudiera resolverse adquiriendo un sistema ERP que incluyera aplicaciones de gestión de mantenimiento, la mayoría de estos sistemas incorporan módulos que no cubren completamente las necesidades de los usuarios de mantenimiento, por lo que otra posibilidad que también debiera considerarse es la hechura "a medida" de un SIM en lugar de comprar un paquete comercial. Sin embargo no hay que olvidar que la efectiva elección de un SIM dependerá de las características particulares de cada organización.

### PARA SABER MÁS

- Crain M. "The Role of CMMS" [en línea]. Industrial Technologies Northern Digital, Inc. [USA]: Northern Digital Inc 2003 [ref. Junio 2010]. Disponible en World Wide Web: <[http://www.plant-maintenance.com/articles/Role\\_of\\_CMMS.pdf](http://www.plant-maintenance.com/articles/Role_of_CMMS.pdf)>.
- Strub J, Jakovljevic PJ. "EAM versus CMMS Part 1" [en línea]. CMMSCity [USA]: CMMSCity 2010 [ref. Febrero del 2010]. Disponible en World Wide Web: <[http://www.cmmscity.com/articles/eam\\_cmms\\_1.htm](http://www.cmmscity.com/articles/eam_cmms_1.htm)>.

# THINK BIG THINK BIEMH

**28 BIEMH** 2-7 JUNIO  
BIENAL ESPAÑOLA DE MÁQUINA-HERRAMIENTA 2014

Una gran feria con grandes soluciones para hacer grandes negocios, donde el expositor es el protagonista.

**BIEMH**  
PRESENTATION & NETWORKING  
**PREVIEW**

Encuentros comerciales internacionales previos al certamen

Colaboran



Organizan



EXPOSSIBLE

[www.afm.es](http://www.afm.es)

[www.biemh.com](http://www.biemh.com)