

Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora

A systematic review of Computer Aided Maintenance Management Systems

Amaury Enrique Puello Tinoco¹, Laura Martínez García²

¹Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Facultad de Ingeniería - Programa Ingeniería de Sistemas, Cartagena, Colombia

aeptinoco@gmail.com

²Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Facultad de Ingeniería - Programa Ingeniería de Sistemas, Cartagena, Colombia

lmartinezg@tecnologicocomfenalco.edu.co

Recibido: 15/feb/2018 Revisado: 30/abr/2018

Aceptado: 30/may/2018 Publicado: 30/jul/2018

Resumen Este artículo presenta una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) en Sistemas de Administración de Mantenimiento Asistido por Computadora (CMMS), enfocado en determinar el papel de los CMMS en las diferentes industrias, tecnologías actuales en el desarrollo de los CMMS, y estado del arte. El desarrollo de la RSL se basa en la metodología propuesta por Barbara Kitchenham para especificar, identificar, evaluar, seleccionar y sintetizar los datos de los estudios recolectados.

Palabras claves: CMMS; RSL; Administración de Mantenimiento Asistido por Computadora; E-Maintenance.

Abstract This paper presents a Systematic Literature Review which is attempt to give a vision of Computer Aided Maintenance Management Systems or CMMS used in the different industries that are developed around the world. The development of this RSL is given by applying the methodology of Barbara Kitchenham in order to specify, identify, evaluate, select and synthesize the data and studies required to write the review report.

Keywords: CMMS; RSL; Computer Aided Maintenance Management Systems; E-Maintenance.

1 Introducción

Actualmente, las empresas necesitan de la intervención de nuevas tecnologías y herramientas que permitan a los usuarios gestionar el trabajo, además de monitorear actividades. A través de los CMMS o Sistemas de Gestión de Mantenimiento asistidos por Computadora es posible apoyar las tareas de gestión, planes, recursos y responsables en una empresa cuando los equipos requieran mantenimiento, con fines de garantizar la protección de los sistemas (Zhang y Huo, 2006: 75-76), como también la rentabilidad, disponibilidad, productividad y calidad de los equipos que son insumo en las tareas de producción.

A pesar de sus grandes beneficios, es un tema poco conocido y aplicado. Por esta razón, este artículo propone una revisión sistemática de literatura (RSL) sobre los sistemas CMMS que describa y analice su papel en las diferentes industrias donde tiene aplicación.

2 Metodología

El método de revisión sistemática de literatura usado en este trabajo es el propuesto por Barbara Kitchenham (2004, 2007). Esta metodología tiene sus raíces en revisiones bibliográficas realizadas para las Ciencias Humanas y medicina, pero en los últimos años se han propuesto adaptaciones para otras disciplinas. El proceso global de búsqueda consiste en tres fases, a saber la de planificación de la revisión, el desarrollo de la revisión y la publicación de los resultados (Ver figura 1).

Etapa 1	Planificación de la Revisión
	Identificación de la necesidad de revisión Definición de un protocolo de revisión
Etapa 2	Desarrollo de la Revisión
	Búsqueda de estudios primarios Selección de estudios primarios Extracción y gestión de los datos Síntesis de datos
Etapa 3	Publicación de los resultados

Figura 1. Método Original del proceso de revisión sistemática de literatura de Kitchenham.

Óscar A. Beltrán (2005) enfatiza en que es necesario tener claridad, al momento de realizar la RSL, respecto a el enunciado de la pregunta a responder, la definición de criterios de inclusión y

exclusión, tener extensa identificación de la evidencia disponible, uniformar la extracción de los datos, evaluar la calidad de los estudios, hacer una clara presentación de los resultados y realizar un análisis estadístico.

2.1 Fase 1. Revisión del Plan

(a) Identificación de la necesidad de la revisión. La primera actividad corresponde a la especificación de las preguntas de investigación, que permiten establecer una guía de estudio y clasificación del material bibliográfico, es decir, a través de las preguntas se determina si los estudios seleccionados en la búsqueda son relevantes o no, como guía en la solución del problema. Con el fin de plantear un filtro bibliográfico y guía sobre los estudios realizados por otros autores, se plantea a continuación las preguntas de investigación:

- ñ Pregunta (P1): ¿Cuál es el papel de los CMMS en la industria?
- ñ Pregunta (P2): ¿Qué tecnologías actuales se utilizan en el desarrollo de los CMMS?
- ñ Pregunta (P3): ¿Cuál es el estado del arte en sistemas CMMS en diferentes sectores de la industria?

(b) Definición de un protocolo de Revisión. El protocolo de revisión está compuesto de la selección de bases de datos indexadas, criterios de búsqueda, inclusión y exclusión.

(c) Bases de datos indexadas. Corresponde a la selección de las bases de datos indexadas para obtener artículos científicos que respondan a las preguntas anteriormente formuladas. Estos son EBSCO, ELSIVIER, Google Scholar, REDALYC, SCIELO, Science Direct.

(d) Criterios de búsqueda. Consecuentemente, se establecen los criterios de búsqueda o palabras claves. Es importante, tener en cuenta la utilización de términos de búsqueda específicos acordes al tema investigado. Se definen palabras claves como: CMMS, CMMS for the maritime industry, Maintenance management, E- Maintenance, Gestión de Mantenimiento.

(e) Criterios de inclusión y exclusión: Son tan importantes, como los criterios de búsqueda. Es la selección de los estudios pertinentes, para obtener los criterios de inclusión y exclusión bibliográfica como guía para seleccionar la documentación que hará parte del estudio y presente artículo. Con estos criterios, se logra segmentar la documentación en un rango específico de tiempo, área de estudio, idioma, etc., reduciendo así el volumen de información. Los criterios de inclusión se determinan por artículos publicados entre los años 2010 y 2017, artículos en inglés y español, trabajos relacionados a la temática de sistemas de mantenimiento en diferentes sectores de la industria y artículos que respondan, al menos, una de las preguntas de investigación. Por otro lado, los criterios de exclusión son artículos publicados anteriores al año 2010., artículos que no se encuentren en bases de datos indexadas, artículos duplicados, artículos que no responden alguna de las preguntas de investigación y trabajos que no estén relacionados a la temática de sistemas de mantenimiento en diferentes sectores de la industria.

2.2 Fase 2. Desarrollo de la Revisión

(a) Búsqueda y selección de estudios primarios: se establece la selección de los principales estudios encontrados, sin evaluar aún la calidad del mismo. Mediante este paso se genera la Tabla 1.

Tabla 1. Estudios seleccionados en la primera fase.

Base de datos	Nº de artículos
EBSCO	39
ELSIVIER	2
Google Scholar	8
REDALYC	14
SCIELO	13
Science Direct	16

Esta tabla muestra los artículos seleccionados teniendo en cuenta la base de datos indexada donde se encontró el artículo.

(b) Extracción y Gestión de los datos: en el siguiente filtro se evaluaron los criterios de calidad, para lo cual se tuvo en cuenta que los artículos publicados estuvieran en revistas comerciales o académicas, y sus resultados se relacionaran con el tema investigado. Además, de su disponibilidad en bases de datos indexadas, especializadas y reconocidas. Luego de evaluar la calidad de las

investigaciones (paso 3 de la fase 2) se obtiene la Tabla 2 con los estudios seleccionados de acuerdo a cada una de las preguntas formuladas. La letra P indica la pregunta de investigación formulada.

Tabla 2. Estudios seleccionados.

Base de datos	P1	P2	P3	Total
EBSCO	6	6	1	14
REDALYC	4	2	0	6
SCIELO	3	0	0	3
ELSIVIER	0	0	0	0
Google Scholar	0	1	0	1
Science Direct	6	2	0	8
Total/ Pregunta	19	11	1	32

(c) Síntesis de los datos: A partir, de los 30 documentos seleccionados, se procede a sintetizar la información recolectada que responda los interrogantes planteados al inicio del estudio. La síntesis de los datos para cada pregunta se encuentra en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Síntesis de los datos para la pregunta 1.

Ref.	Año	Resumen
[6]	2015	Estudio sobre las percepciones de la implementación y aceptación de sistemas CMMS utilizados para capturar, almacenar, recuperar y transmitir datos e información relacionada con los procedimientos de mantenimiento de equipos, plantas e infraestructura.
[7]	2016	Sistema de administración de mantenimiento computarizado como herramienta esencial para el mantenimiento con un impacto significativo en la rentabilidad del negocio.
[8]	2016	Especificación de requerimientos de un sistema de gestión de mantenimiento informatizado para planificación de acciones de mantenimiento preventivo, programación de actividades y manejo de repuestos.
[9]	2014	Plataforma de mantenimiento electrónica, con enfoque en el modelo de proceso de negocio que proporciona una herramienta para analizar el mantenimiento y la información del equipo.
[10]	2016	CMMS y los principios y prácticas efectivos para las industrias de petróleo, gas y petroquímica.

[11]	2015	Los CMMS como estrategia de disminución de gastos de piezas y aumento del tiempo de actividad programando el mantenimiento proactivo.
[12]	2011	Los CMMS en la reducción de costos de mantenimiento
[13]	2016	CMMS como herramienta correcta de planificación, realización y seguimiento de las actividades de mantenimiento de acuerdo con la estrategia adaptada.

Tabla 4. Síntesis de los datos para la pregunta 2.

Ref.	Año	Resumen
[14]	2016	La implementación de nuevas tecnologías como el IoT o Internet de las cosas y su gran impacto en la conexión de los activos al mantenimiento predictivo en CMMS
[15]	2016	Los CMMS móviles en una planta de fabricación para institucionalizar TPM (Mantenimiento productivo total) conectando a equipos.
[16]	2016	Vigilancia al mantenimiento integrando en infraestructuras de comunicación los datos y alertas de equipos OEM.
[17]	2013	RFID (Identificación por radio frecuencia) proporciona ventajas competitivas a las organizaciones como una tecnología de apoyo para CMMS.
[18]	2012	Aplicación de Inteligencia Artificial en Modelado y Gestión de Mantenimiento
[19]	2017	Sistema central usando IoT y CMMS para convertir datos ordinarios en análisis extraordinarios.
[20]	2013	La recopilación automatizada de datos utilizando tecnología multi-agente para proporcionar una evaluación actualizada de la confiabilidad de las instalaciones de manera automatizada.
[21]	2015	Desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento de instalaciones informáticas basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad

Tabla 5. Síntesis de los datos para la pregunta 3.

Ref.	Año	Resumen
[22]	2015	CMMS para la gestión del mantenimiento de equipos acorde con nuevos desarrollos tecnológicos y

		nuevos retos para los sectores industrial, comercial, servicio y agrario.
[23]	2011	Integración Investigación y Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento de Puentes para hacer uso de los recursos limitados de manera razonable
[24]	2016	El software CMMS como herramienta general utilizada en las operaciones y el mantenimiento de edificios para contener todos los documentos, diseños, contratos y contactos necesarios para el mantenimiento de un edificio.
[25]	2016	Aplicaciones de mantenimiento de pavimento utilizando sistemas de información geográfica como una herramienta útil para la evaluación y priorización de proyectos.
[26]	2012	CMMS para el departamento de servicios ambientales (ES) en RiverView Health en Crookston, Minnesota, EE.UU. que mejora la satisfacción de clientes y el personal
[27]	2012	CMMS para equipos lecheros de las instalaciones de <i>Grassland</i>
[28]	2013	Mantenimiento de los parques de North Myrtle Beach, Carolina del sur, EE.UU. usando el CMMS MainTrac para grabar y monitorear las órdenes de trabajo, uso de equipos, gastos y horas de trabajo.
[29]	2011	La implementación de los CMMS para la Industria Marítima al inspeccionar periódicamente el barco para el mantenimiento de la clase y el certificado de clase.
[30]	2017	Los CMMS cómo evolución de la tecnología responsiva, indicando que requieren funcionar desconectados, pudiendo actualizar o crear órdenes de trabajo fuera de línea.

3 Resultados

Los documentos seleccionados para la RSL permiten presentar un análisis de cada una de las preguntas planteadas.

a. Pregunta 1. ¿Cuál es el papel de los CMMS en la industria?

Con el fin de responder a esta pregunta se seleccionaron once artículos para indagar cuál es el

papel de los CMMS, donde se consideraron las siguientes apreciaciones de los autores con el fin de obtener una visión clara de su objetivo en la industria.

En primera instancia, Amadi-Echendu y Wit (2015) sostienen que, en muchas organizaciones comerciales, los CMMS se utilizan para capturar, almacenar, recuperar y transmitir datos e información relacionada con los procedimientos de mantenimiento de equipos, plantas e infraestructura. En esta línea, es importante retomar las apreciaciones de Wienker, Henderson, y Volkerts (2016) al establecer que administrar el proceso de gestión de mantenimiento sin soporte informático es casi imposible, porque para lograr una implementación exitosa de estos sistemas se requiere de un gran programa de gestión. Por su parte, López (2016) asegura que los CMMS son usados con el fin de respaldar la gestión del mantenimiento, que implica varias actividades, tales como planificación de acciones de mantenimiento preventivo; programación de actividades considerando los recursos disponibles y la producción planificada; manejo de repuestos; análisis de datos para reducir la ocurrencia de fallas y mejorar el desempeño de la función de mantenimiento, con el fin de que la empresa, a través del sistema, proporcione información oportuna y precisa, que logre la eliminación de desechos, reducción de trabajo en proceso y sobreproducción, requerida por la metodología Lean Manufacturing.

Existe, también, una creencia incorrecta sobre los CMMS al considerarlos como una estrategia de mantenimiento y no como una herramienta de apoyo a la estrategia de mantenimiento existente de una organización; por consiguiente, el objetivo principal de un CMMS, de acuerdo con López-Campos, Cannella y Bruccoleri (2014), es proporcionar una herramienta para analizar el mantenimiento y la información del equipo con el fin de optimizar la gestión y el apoyo para las decisiones estratégicas, tácticas y operativas.

Según, Michael Deighton (2016) un CMMS debe contar con herramientas analíticas que puedan preparar estimaciones de costos para el trabajo de mantenimiento, carga de recursos y, también, la administración de repuestos o inventarios en una instalación. Dentro de los principales elementos de un CMMS que propone el autor, se encuentran los siguientes: administrar órdenes de trabajo de mantenimiento, permitir la planificación efectiva y la programación de las órdenes de trabajo de mantenimiento, administrar la acumulación de mantenimiento, proporcionar un registro de los

equipos en una instalación que incluya la criticidad, proporcionar una herramienta para administrar repuestos y materiales de mantenimiento, proporcionar un registro del mantenimiento y el historial de rendimiento del equipo, control de costos y análisis de mantenimiento (integración con la contabilidad financiera de las instalaciones) y producir informes de mantenimiento (flexibilidad para los informes definidos por el usuario).

Wayne Labs (2015) y Lachance (2016) coinciden que un CMMS puede crear informes, planificar el mantenimiento preventivo y asegurar que los activos se verifiquen antes de que ocurran fallas, generando informes que, si bien no pueden automatizar por completo las decisiones de compra, facilitan la evaluación de los indicadores de rendimiento y el desarrollo de una visión más robusta y multidimensional de los costos de los equipos.

Por último, Ardila, J.G., Ardila, M.I., Rodríguez, D. & Hincapié, D.A. (2016) describen que un CMMS es un conjunto de software que mantiene una base de datos con información de la función del mantenimiento en una organización, haciendo el trabajo más efectivo y una toma de decisiones basada en información real y actual.

b. Pregunta 2. ¿Qué tecnologías actuales se utilizan en el desarrollo de los CMMS?

En esta sección se presentan los resultados abarcados en los 8 estudios seleccionados para la pregunta 2. Dentro de los avances tecnológicos más destacables en los últimos años, se marca el uso del IoT, el cual está teniendo un gran impacto en la conexión de los activos al mantenimiento predictivo de los CMMS y conduce a resultados más precisos y rentables (Lorenzi, 2016). De este modo los CMMS más avanzados pueden monitorear el equipo continuamente y alertar a los usuarios sobre cualquier condición anormal antes de que se conviertan en problema. También, pueden hacer recomendaciones y proporcionar instrucciones sobre lo que se debe hacer para solucionar o reparar el problema. A medida que se conectan más dispositivos al IoT y se controlan continuamente, las rutinas tradicionales de mantenimiento preventivo serán menos necesarias, ya que se conocerá en tiempo real el estado de los equipos y su funcionamiento.

Arash Shahin y Amir Mehdi Ghazifard (2013) muestran que se pueden obtener ganancias significativas mediante el uso de Internet y las nuevas tecnologías de conexión, como la RFID. Los hallazgos

implican que RFID puede proporcionar ventajas competitivas a las organizaciones y una tecnología de apoyo para CMMS, con lo cual se facilita a los gerentes y supervisores de mantenimiento acceder a información sobre equipos, mano de obra y políticas de mantenimiento gracias a la fácil obtención de datos, de modo que la organización pueda utilizarlos como información para tomar decisiones con respecto al funcionamiento de la organización.

Por otro lado, Khairy A H Kobbacy (2012) hace un resumen de las aplicaciones basadas en inteligencia artificial sobre los CMMS, como el razonamiento basado en casos, algoritmos genéticos, redes neuronales, minería de datos, sistemas híbridos, sistemas KBS, lógica difusa, para establecer políticas de mantenimiento, diagnóstico de máquinas y programación de mantenimiento. Los sistemas multiagente es otra tecnología que apoya el desarrollo de CMMS (Lee et al., 2013).

A medida que las empresas comienzan a aprovechar los sistemas expertos, el IoT y el software como servicio en los CMMS, existe mayor oportunidad de tomar el control de las operaciones, la calidad y la seguridad, dando a los fabricantes y las instalaciones la oportunidad de convertir los datos en información útil para el personal de la empresa, brindando la capacidad de convertir los datos en información valiosa y tomar medidas correctivas, preventivas o predictivas automáticamente, integrando componentes electrónicos, software, sensores, actuadores y conectividad de red sin tener que dar un vuelco al departamento de TI (Clark, 2017; Estupiñán Pulido, 2015).

- c. Pregunta 3. ¿Cuál es el estado del arte en sistemas CMMS en diferentes sectores de la industria?

Un ejemplo bastante simple es el uso de CMMS en la industria agraria, como en el caso de SGMANTE (Medina Peña et al., 2015), un CMMS para la gestión de mantenimiento de equipos en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH). El sistema cuenta con un módulo de administración que abarca todo el control de usuarios del sistema, así como los privilegios de los mismos para acceder a él; el módulo patrimonio que controla todo el equipamiento del centro, organizado según la estructura jerárquica de la universidad; el módulo de solicitud de servicio, encargado de gestionar todas las solicitudes que hacen las distintas áreas de responsabilidades dentro del centro a los especialistas de mantenimiento

cuando presentan un problema con equipos; y, por último, el módulo de órdenes de trabajo, que gestiona todas las órdenes a partir de una solicitud de mantenimiento.

Para mitigar los impactos del paso del tiempo y la necesidad de tareas más específicas, los sistemas deben volverse más sofisticados y especializados. Ejemplo de ello son los sistemas CMMS en la construcción: el sistema de gestión de mantenimiento para puentes, desarrollado por Yin (2011), el desarrollado por Kerosuo et al (2015) como tecnología de automatización para ampliar la gestión de operaciones y el mantenimiento de los edificios, y el software de mantenimiento del deterioro del pavimento (Subhi et al., 2016)

En el área de la salud, el trabajo propuesto por Morgan (2015), presenta el desarrollo de una herramienta para órdenes de trabajo y un módulo de mantenimiento de planificación. Este CMMS eliminó la necesidad de boletos en papel, llamadas y páginas de archivos al implementar un modelo electrónico de órdenes de trabajo. Por su parte, en el contexto alimenticio, son pocos los trabajos realizados bajo esta temática, pero se destaca el sistema de programación de mantenimiento preventivo propuesto por (Bromberg, 2012).

En el sector marítimo la gestión del mantenimiento de la flota marina es un ámbito tan desafiante y crítico que afecta directamente el éxito de la compañía en general, para esto se implementó un CMMS que permite al propietario del buque cumplir con las normas de seguridad y prevención de contaminación exigidas por el Estado, las autoridades del puerto y la OMI. Este CMMS permite inspeccionar periódicamente el barco para el mantenimiento y certificado de clase. (Trong Cang et al., 2011)

En este mismo sector el Software IGOR desarrollado por la empresa DCA Technology en Colombia, es utilizado para la gestión del mantenimiento de la flota. Este CMMS cuenta con módulos de administración de recursos, empleados, órdenes de trabajo y un módulo de inventario, que unidos hacen de éste un sistema robusto para la gestión del mantenimiento en las empresas navieras. IGOR es una aplicación web desarrollada en el lenguaje de programación java e implementa en el Framework Spring e Hibernate para el manejo de transacciones con base de datos postgres para la persistencia de datos, e implementa Bootstrap y JQuery para una interfaz de usuario, agradable y fácil de usar.

4 Conclusiones

Este artículo, presenta una revisión sistemática de literatura basada en la metodología propuesta por Barbara Kitchenham. Para la revisión sistemática de literatura presentada en este estudio se concluye que los CMMS son de gran apoyo a la operación diaria de las empresas que requieren gestionar y documentar el mantenimiento de sus equipos, recursos o instalaciones, conservando así el historial y documentación de tales recursos, ya que podrían presentar ahorros y beneficios a diferentes áreas de las empresas.

Es posible que los CMMS expandan la funcionalidad para administrar, monitorear y extraer datos en múltiples instalaciones y ubicaciones ofreciendo una aplicación que funcione de manera desconectada, donde los técnicos puedan actualizar o crear órdenes de trabajo fuera de línea, lo que los hace más atractivos para las empresas.

El mayor desafío para los CMMS, es la generación manual de los datos (órdenes de servicio, informes verbales o no oficiales de los usuarios a los encargados de mantenimiento) que ocasionan represamiento y muchas veces reprocesos en la gestión interna de cada compañía.

Referencias

Amadi-Echendu, J.E., F.C.P. de Wit. (2015). *Technology in Society. Technology adoption: A study on post-implementation perceptions and acceptance of computerised maintenance management systems*. Elsevier Ltd.

Ardila, J.G., Ardila. M.I., Rodríguez, D. & Hincapié, D.A. (2016). La gerencia del mantenimiento: una revisión. *Dimensión Empresarial* vol. 14, n°

Beltrán O., G. MD. (2005). *Revisión sistemática de la literatura*. Asociaciones Colombianas de Gastroenterología, Endoscopia digestiva, Coloproctología y Hepatología.

Bromberg M. (2012). *Food Engineering Magazine*. CMMS keeps dairy equipment running efficiently.

Clark K. (2017) *New Equipment Digest*. Turning Ordinary Data into Extraordinary Analytics with IoT & CMMS.

Deighton M. (2016). *Facility Integrity Management, Effective Principles and Practices for the Oil, Gas and Petrochemical Industries*. Gulf Professional Publishing

Estupiñán Pulido, E. (2015). "Alcances de las tecnologías predictivas en Chile y Latinoamérica: de promesa a

realidad" en *Ingeniare, Revista Chilena de Ingeniería*, Vol. 23 n°3.

Kerosuo, H., & Miettinen, R., & Paavola, S., & Mäki, T., & Korpela, J. (2015). Production, Asociación brasilera de ingeniería de la producción. Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. Vol. 25 n°2.

Kitchenham, B.A. (2004). *Procedures for Undertaking Systematic Reviews, Joint Technical Report, Computer Science*. Department Keele: University and National ICT Australia Ltd (0400011T.1).

Kitchenham, B., Charters, S. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Technical Report: EBSE.

Kobbacy K. (2012). 2° IFAC (International Federation of Automatic Control) Workshop on Advanced Maintenance Engineering, Services and Technology. Application of Artificial Intelligence in Maintenance Modelling and Management.

Labs W. (2015). Preventive & Predictive Maintenance, the future looks smarter. *Food Engineering*.

Lachance P. (2016). *Plant Engineering*. Mobile CMMS connects all parts of a manufacturing plant.

Lee J., MyungSoo Lee, SangHoon Lee, SeGhok Oh, BoHyun Kim, SungHo Nam and JoongSoon Jang. *International Journal of Control and Automation* (2013). Development of Computerized Facility Maintenance Management System Based on Reliability Centered Maintenance and Automated Data Gathering, Vol. 6, n° 1.

López-Campos M., Cannella S., Bruccoleri M. (2014) "E-Maintenance Platform A Business Process Modelling Approach", en *Dyna*, n°183, Medellín.

Lorenzi N. (2016). *Health Facilities Management magazine*. Making the connection, CMMS that offer predictive analysis and real-time response lead the category.

Medina Peña, D., Suárez Fragas, Y., Hernández Alfonso, P. (2015). "Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos patrimonio y órdenes de trabajo)", en *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol 24.

Morgan J. (2015). *Health Facilities Management magazine*. CMMS helps ES department to improve satisfaction.

Shahin A., Amir Mehdi Ghazifard. (2013). *New Marketing Research Journal*. Radio Frequency Identification (RFID): A Technology for Enhancing Computerized Maintenance System (CMMS).

Subhi M. Bazlamit, Hesham S. Ahmad, Turki I. Al-Suleiman. (2016) 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Pavement Maintenance Applications using Geographic Information Systems. Elsevier Ltd.

Vo Trong Cang, Vo Anh Dung, Doan Minh Thien, Vu Ngoc Bich. (2011) *Newswood Limited*, Proceedings of the international MultiConference of Enginners and Computer Scientists, Implementation of the

Computerized Maintenance Management Systems (CMMS) for the Maritime Industry. Vol 2.

- Wienker, M., Henderson, K. y Volkerts, J. (2016). "SYMPHOS 2015", 3rd International Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry, The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. Elsevier Ltd.
- Yin Z., Yuan-fu Lla, Jian-GUO, Yan Lib. (2011) *Integration Research and Design of the Bridge Maintenance Management System*. Elsevier Ltd.
- Z. Zhang, Z. Li, and Z. Huo. (2006) "CMMS and its application" en *Power System, International Journal of Power and Energy Systems*, Vol.26 (2).