



REVISIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

<https://cu-id.com/2284/v13n2e07>

Una estrategia de mantenimiento

A Maintenance Strategy

Dr.C. Francisco Martínez-Pérez¹, MSc. Manuel L. Ruiz-González

¹ Universidad Tecnológica de La Habana-CUJAE, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba.

¹¹ Escuela de Energía y Minas (EEM), La Habana, Cuba.

RESUMEN. La Estrategia Empresarial conceptualiza los medios y procedimientos necesarios para la aplicación del sentido común en todas aquellas cosas que son obvias y llevarlas a cabo con astucia y destreza, de modo tal que haga rentable a la empresa de que se trate, a lo largo del tiempo, sin que resulte fácil para sus competidores imitarla o a las contingencias impedirselo. La “Dirección Estratégica” de la empresa será aquel proceso en que participan coordinadamente todas las funciones o más bien todos los procesos que constituyen la empresa, dirigido a alcanzar y mantener una eficiencia sostenible. De todas las funciones o más bien “procesos” que coexisten en el sistema empresarial los procesos de operación y mantenimiento sin lugar a dudas son los medulares ya que son los que mayor incidencia tienen en cuanto a los aspectos que son determinantes en la competitividad de la empresa. En este artículo se aborda el tema de la Estrategia de Mantenimiento.

Palabras clave: habilidad empresarial, dirección estratégica, proceso, operación.

ABSTRACT. The Business Strategy conceptualizes the necessary means and procedures for the application of common sense in all those things that are obvious and carry them out with cunning and skill, in such a way that it makes the company in question profitable, over time, without it being easy for its competitors to imitate it or for contingencies to prevent it. The “Strategic Management” of the company will be that process in which all the functions or rather all the processes that make up the company participate in a coordinated manner, aimed at achieving and maintaining sustainable efficiency. Of all the functions or rather “processes” that coexist in the business system, the operation and maintenance processes are undoubtedly the core ones since they are the ones that have the greatest incidence in terms of the aspects that are decisive in the competitiveness of the company. This article addresses the issue of Maintenance Strategy.

Keywords: Business Ability, Strategic Direction, Process, Operation.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento surge como la única función operacional que influye y mejora tres ejes determinantes del comportamiento industrial al mismo tiempo, es decir, costo, ahorro energético y calidad de productos y servicios, definida según McKinsey & Company como la “Función Pivotante” o triángulo de la competencia en que estos tres elementos son sus vértices (Ardila-Marín et al., 2016; García, 2011; F. Martínez, 2010; Minbas-Cuba, 1998).

El equipo de dirección de la función de mantenimiento de una empresa que se involucre en la implementación de una estrategia de mantenimiento, debe identificar con claridad:

- La visión de lo que se quiere que sea el mantenimiento en

la empresa.

- La misión o encargo a cumplimentar en correspondencia con la estrategia empresarial.
- La filosofía o valores prevalientes como principios de acción de sus trabajadores.
- El ambiente competitivo externo para la empresa y para el mantenimiento.
- Las posibilidades técnicas y en recursos, humanos y materiales internas de la empresa.
- Los objetivos generales y específicos necesarios alcanzar para cumplir la misión.

¹ Autor para correspondencia: Dr.C. Francisco Martínez-Pérez, e-mail: fmartinezperez2013@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8947-7870>

Recibido: 12/07/2022.

Aprobado: 13/03/2023.

- Los procesos básicos de la función mantenimiento que habría que implementar.

La estrategia de mantenimiento estará dirigida por tanto a la implantación de un Sistema General de Mantenimiento adecuado a las características de cada instalación y a sus activos físicos, que utilice como método más eficaz, la combinación correcta de todos los métodos disponibles, o sea, el mantenimiento contra avería o por rotura (reactivo), el mantenimiento basado en el uso (tiempo) y el mantenimiento basado en la condición (sin ir a la causa) y si se justifica basado en el estado, predictivo o por diagnóstico (va a la causa), todos ellos respaldados por una rigurosa inspección técnica, tanto subjetiva (con los 5 sentidos) como objetiva (con medios y equipos de diagnóstico), como requisito elemental e imprescindible para el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo (Kaplan et al., 2001; Parra-García, 2019; Porter, 2015, 2015).

En empresas con un desarrollo técnico superior en las que por su tecnología y proceso industrial se justifique plenamente, la estrategia de mantenimiento, puede estar basada en la aplicación de un mantenimiento proactivo o mantenimiento de precisión como lo es el TPM (mantenimiento total productivo desarrollado en Japón) o el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad desarrollado por la industria aeronáutica de los EUA) o el MRb (mantenimiento basado en riesgos), entre otros (Tavares, 2000; Yamamoto, 1990).

El concepto de “estrategia” tiene diversos significados, tanto para los académicos como para los hombres de empresa. Esta palabra que hoy cobra especial significado en el mundo empresarial, deviene del griego *estrategos*: estratos, ejército; agein, conducir.

Es la ciencia que fija la manera de alcanzar el fin, que regula y coordina todas las operaciones y trata de preverlo todo. Es en definitiva, el “arte” de hacer la guerra sobre el plano para, mediante una eficiente y eficaz táctica, llevarla a cabo de forma efectiva.

”La estrategia es el sentido común aplicado y consiste en ver todos los factores que son obvios en la perspectiva correcta” (Van Molke).

”La estrategia es la estratagema empresarial que permite rentabilizar a una organización por un largo período de tiempo y que no es fácil de imitar por otros competidores (Porter, 1985; Porter, 2015).

Por lo tanto y combinando estas dos definiciones, la Estrategia Empresarial estará dirigida a la aplicación del sentido común en todas aquellas cosas que son obvias y llevarlas a cabo con la astucia y destreza tal, que haga rentable a la empresa de que se trate a lo largo del tiempo sin que resulte fácil para sus competidores imitarla o para cualquier contingencia impedirselo.

La empresa es un complejo conjunto de personas, de culturas, de recursos, de funciones o procesos, en constante cambio que le permita lograr de forma sostenible y en coherencia con el entorno que le rodea, en primer lugar determinar, hacia qué objetivos encaminarse y en segundo lugar dirigir y coordinar todos los esfuerzos para alcanzar dichos objetivos y metas.

La Dirección que en la actualidad es una ciencia, es la aplicación consecuente de la experiencia humana, generalizada y sistematizada, que como característica se aplica mediante un método científico que es el Método Dialéctico, porque todos sus

elementos hay que verlos interrelacionados y en armonía. En su aplicación se utiliza un método y estilo de trabajo propio, sustentado en el liderazgo y en el bagaje teórico y práctico de un grupo de especialistas conocedores de lo que se va a dirigir, que se han dedicado a estudiar y actualizarse en las más modernas técnicas y herramientas existentes sobre esta Ciencia de Dirección.

De esta forma, la “Dirección Estratégica” será aquel proceso en que participan coordinadamente todas las funciones o más bien todos los procesos que constituyen la empresa, dirigido a alcanzar y mantener una ventaja competitiva que le permita a la misma continuar en el mercado (Martínez, 2010, 2016; Martínez, 2011; Minbas-Cuba, 1998; Ruiz, 2015; Sánchez, 2010; Yamamoto, 1990).

Por lo tanto, para llevar a cabo exitosamente la “Dirección Estratégica de la Empresa” será una premisa que estén implicados en su cumplimiento todo el equipo directivo, tanto la alta dirección como los equipos directivos de las “funciones o procesos” que la forman, de manera que sea un proyecto asumido por todos (Palomino, 2010; Sánchez, 2010).

En el sistema empresarial todas las funciones o más bien “procesos” existen por el aporte que hacen a los resultados empresariales, y si hablamos de empresas industriales, comerciales o de servicios, ese resultado será la obtención de beneficios en términos económicos o de satisfacción social por el servicio que prestan.

De todas las funciones o más bien “procesos” que coexisten en el sistema empresarial los procesos de operación y mantenimiento sin lugar a dudas son los medulares ya que son los que mayor incidencia tienen en cuanto a los aspectos que son determinantes en la competitividad de la empresa.

De este análisis, el mantenimiento surge como la única función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes del comportamiento (performance) industrial al mismo tiempo, es decir, costo, plazo y calidad de productos y servicios, definida según McKinsey & Company como la “Función Pivotante” y que se muestra en la Figura 1.



FIGURA 1.- “Función Pivotante” o triángulo de la competencia.

Es por ello que para ambas funciones, operación y mantenimiento, debe estar bien establecida la “estrategia” a seguir en total correspondencia con la “estrategia empresarial” (Kaplan et al., 2001; Porter, 2015; Shkiliova & Fernández-Sánchez, 2011).

En este trabajo solo se ocupará de una estrategia de mantenimiento.

DESARROLLO DEL TEMA

Hoy en día, en las empresas de éxitos de cualquier parte del mundo, los altos ejecutivos están promoviendo la implementación de estrategias de mantenimiento y confiabilidad, vista esta última como la probabilidad de que no haya interrupción de la producción o del servicio durante el tiempo necesario para cumplir los planes y programas establecidos o lo que es lo mismo, una estrategia de mantenimiento alineada con el cumplimiento de la estrategia empresarial, su plan de negocios y dirigida a los resultados (Ardila-Marín et al., 2016; Montilla-Montaña, 2016; Olarte et al., 2010; Parra-García, 2019; Porter, 2015; Tavares, 2008; Tavares, 2010).

El equipo de dirección de la función de mantenimiento de una empresa que se involucre en la implementación de una estrategia de mantenimiento, debe como primer paso identificar con claridad lógica y racional los siguientes aspectos:

La visión de lo que se quiere que sea el mantenimiento en la empresa a corto, mediano y largo plazo

La misión o encargo a cumplimentar en correspondencia con la estrategia empresarial y el cumplimiento del Plan de Negocios.

La filosofía o valores prevalecientes como principios de acción de sus trabajadores.

El ambiente competitivo externo para la empresa y para el mantenimiento.

Las posibilidades técnicas y en recursos, humanos y materiales internas para dar respuesta a la demanda de la empresa.

Los objetivos generales y específicos necesarios alcanzar para cumplir la misión.

Los procesos básicos de la función mantenimiento que habría que implementar (el ciclo de mantenimiento) para poder cumplir con los objetivos propuestos.

La visión representa la identidad y personalidad de la función de cara al futuro y desde un punto de vista muy general entendiéndose como la respuesta a la siguiente pregunta:

¿Hasta dónde queremos llegar y como queremos que se nos vea en nuestra Empresa?

La misión representa el encargo a cumplimentar, es decir lo que espera la empresa que la función garantice para el cumplimiento del Plan de Negocios sobre la base de la estrategia

empresarial. Debe ser conocida y expresada de forma clara y concisa para que sea entendida, ya que sirve como elemento de identificación con la filosofía de la función y de aglutinamiento y cohesión entre sus trabajadores.

Los valores son guías, principios de acción adecuados, para conseguir lo que nos proponemos. Orientan las conductas ante el trabajo, las relaciones entre las personas y los resultados a obtener. Los principales valores a promocionar y mantener son:

Honestidad, Coherencia, Comunicación, Persistencia, Influencia, Monitorización, Sistemática, Sostenibilidad,

El ambiente competitivo, es decir, la función, tiene que estar en condiciones de “competir” en el sentido en que nosotros lo concebimos, esto es, de ser o estar entre los primeros procesos o funciones en aportar a los resultados y al cumplimiento de la estrategia empresarial.

Las posibilidades técnicas y en recursos, es algo que el equipo de dirección de la función tiene que tener perfectamente definido, pues ello será determinante en la Política de tercerización y en la capacidad de poder o no resolver con medios propios la responsabilidad de garantizar la disponibilidad de la función y condición de los activos físicos tangibles (AFT) para cumplir con el Plan de Negocios.

Los objetivos generales y específicos que determinan las metas a alcanzar, los indicadores a garantizar y que constituyen un primer paso imprescindible para el proceso de Dirección Estratégica en la cual toma cuerpo la teoría del valor (incremento de la disponibilidad de los activos) como objetivo principal de la función.

Los procesos básicos de la función mantenimiento son las etapas del ciclo de mantenimiento imprescindibles a implementar para que se pueda hablar de la existencia de un SGM, siendo estos los siguientes:

- Proceso organizacional de la función mantenimiento.
- Proceso de planificación y programación de las tareas de mantenimiento.
- Proceso de Ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Proceso de Registro y Control de los desempeños.
- Proceso de Análisis y Evaluación de los resultados.
- Uso racional y eficiente de los portadores energéticos.

La Figura 2 según Ruiz (2015) muestra el procedimiento grafico del proceso de Gestión de Activos en una empresa como parte de un SGM.

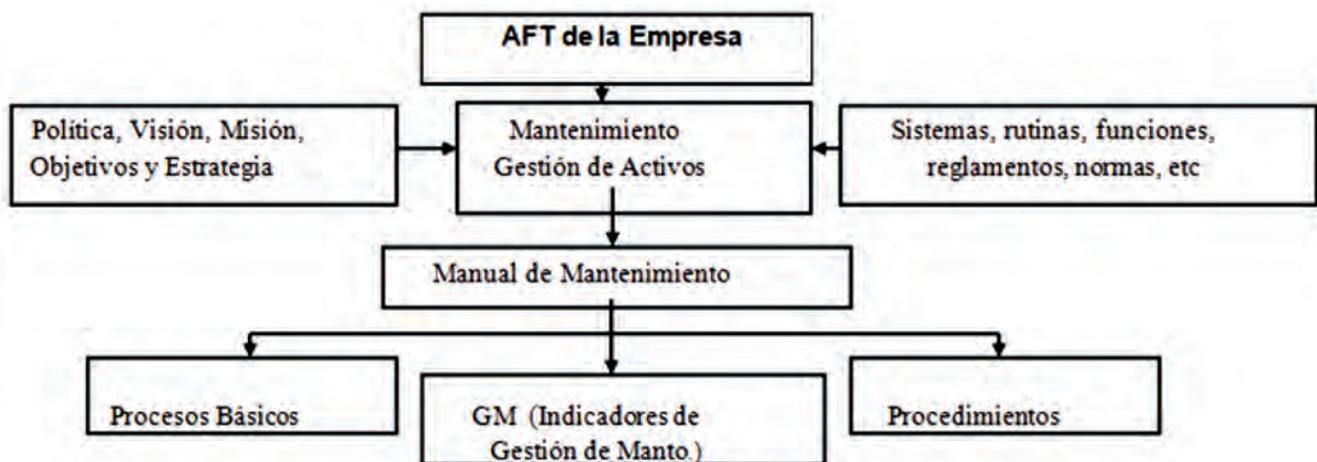


FIGURA 2. Procedimiento para la construcción del marco teórico referencial de un SGM.

Como puede observarse de la Figura 2, a la Gestión de Activos o lo que es lo mismo, al Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM) tributan para su concepción, los AFT, como principal objeto de trabajo, la Política entendiéndose esta, como el “proceso orientado ideológicamente hacia la toma de decisiones para la consecución de los objetivos”, la Visión, Misión, Objetivos y Estrategia a aplicar a la gestión, los sistemas, rutinas, funciones, reglamentos, normas, etc, como aspectos organizativos y de dirección, y todo ello para conformar el Manual de Mantenimiento por el cual se regirá la actividad.

Un Manual de Mantenimiento contendrá las indicaciones, según Palomino (2010); Tavares (2010); Kaplan (2002). para:

La implantación de los Procesos Básicos de la función mantenimiento anteriormente citados

Determinación de los Indicadores de Gestión de Mantenimiento (IGM), tanto los de costos como los de comportamiento que habrá que calcular para el análisis y para compararnos con las empresas de excelencia aquí y en otros países ya que estos son indicadores de “clase mundial”. Entre otros están los siguientes:

Indicadores de Costos:

- Ejecución del presupuesto: Ejecución real/ presupuesto plan
- Costos totales de mantenimiento en relación con:
- La facturación
- Los costos de producción

- Los costos materiales y de piezas de repuestos
- Los costos de tercerización
- Los costos de salarios, etc,
- Comportamiento:
- Cálculo de la disponibilidad requerida o planificada por producción en el periodo.
- Cálculo de la disponibilidad real del periodo.
- Cálculo de la disponibilidad técnica
- Cálculo de la disponibilidad física
- Cálculo del Índice de roturas
- Cálculo de la Indisponibilidad

Los Procedimientos de trabajo que regularán:

Como, cuando, donde, quien y frecuencia con que tienen que hacerse cada una de las actividades que se ejecutan.

De hecho, el Manual de Gestión de Mantenimiento contiene la estrategia de mantenimiento y además de los objetivos, propósitos o metas y las políticas y planes esenciales para lograrlos, contiene lo referente a la implementación de los procesos básicos de la función mantenimiento y los procedimientos necesarios para ponerlos en práctica, contando para ello con la movilización ordenada, organizada, planificada y fundamentada de los recursos humanos y materiales con que cuenta la entidad.

Para la elaboración de la estrategia de mantenimiento se utilizó un diagrama de proceso de la dirección estratégica de la actividad, que se muestra en la figura 3 para el análisis de cada etapa del proceso.



FIGURA.3. Etapas en la dirección estratégica de mantenimiento.

Formulación de la estrategia de mantenimiento según Porter (2015) y Martínez (2010, 2011).

La estrategia de mantenimiento estará dirigida a la implantación de un SGM adecuado a las características de cada instalación y a sus activos físicos, que utilice como método más eficaz, la combinación correcta de todos los métodos disponibles, o sea, el mantenimiento contra avería o por rotura (reactivo), el mantenimiento basado en el uso (tiempo) y el mantenimiento basado en la condición (sin ir a la causa) y si se justifica basado en el estado, predictivo o por diagnóstico (va a la causa), todos ellos respaldados por una rigurosa inspección técnica, tanto subjetiva (con los 5 sentidos) como objetiva (con medios y equipos de diagnóstico), como requisito elemental e imprescindible para el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo (Ardila-Marín et al., 2016; De Waal, 2003; Montilla-Montaña, 2016; Porter, 2015; Martínez 2010, 2011; Ruiz, 2015; Shigeaki, 1990; Tavares, 2008).

En empresas con un desarrollo técnico superior en las que por su tecnología y proceso industrial se justifique plenamente, la estrategia de mantenimiento, puede estar basada en la aplicación de un mantenimiento proactivo o mantenimiento de precisión como lo establece el TPM (mantenimiento total productivo desarrollado en Japón) o el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad desarrollado por la industria aeronáutica de los EUA) o el MRb (mantenimiento basado en riesgos), entre otros

Para la aplicación efectiva de estas técnicas proactivas, con más profundidad que para las otras antes señaladas, es necesario un exhaustivo análisis de fallas, usando herramientas como el FMEA (Análisis del Modo y Efecto de la Falla), RCFA (Análisis de Causa Raíz de la Falla), FMECA (Análisis Crítico del Modo y Efecto de la Falla), la Matriz DAFO, el diagrama de Causa y Efecto de Ishikawa, la Ley de Pareto, el árbol de fallas, entre otras herramientas.

La estrategia seleccionada debe contar con todos los ingredientes antes señalados y siempre aparecerá como una constante de la misma, la necesaria identificación de forma clara y precisa, de tres “grupos de trabajo” que son los que garantizan el carácter preventivo de la estrategia seleccionada.

Estos grupos son:

El grupo de planificación y programación del mantenimiento

El grupo de ejecución de los trabajos de mantenimiento y reparaciones

El grupo de inspección técnica

El grupo de planificación y programación del mantenimiento formado por planificador(es) y programador(es), tiene como tarea principal la elaboración del Plan Anual de Mantenimiento y el presupuesto necesario que lo financie, así como programar de forma cronológica en el tiempo su ejecución, haciendo para ello tantos planes operativos como se considere necesario. Este Plan Anual de Mantenimiento se elabora sobre la base de:

Las recomendaciones del fabricante tomadas como referencia.

Los protocolos generales para equipos similares.

Los registros y experiencias acumuladas de intervenciones anteriores en los equipos e instalaciones recogidas y registradas en las carpetas como historia clínica de los equipos (estas son las más importantes).

El estado técnico de los equipos e instalaciones para en-

frentar el Plan de Negocios que se plantea.

Los resultados de las inspecciones técnicas y las recomendaciones emitidas por este importantísimo grupo de trabajo.

El grupo de ejecución de los trabajos de mantenimiento y reparaciones, formado por jefes de brigada, técnicos y operarios que serán los encargados de ejecutar los trabajos programados (diariamente, semanalmente o mensualmente), supervisados y asesorados por los técnicos, planificadores, programadores e inspectores técnicos.

El grupo de inspección técnica, formado por los ingenieros, técnicos u operarios de más experiencia y calificación que estarán presentes en todos los procesos básicos de la función mantenimiento y participan en las actividades de los tres grupos como inspectores y asesores de la planificación, programación y ejecución así como en tareas de control y registro y de análisis y evaluación de resultados que permitan retroalimentar con mejoras la próxima planificación anual.

Este grupo de inspección técnica, es el que garantiza el carácter preventivo de la estrategia escogida y aplicada.

CONCLUSIONES

- Se puede concluir que para poder llevar a la práctica una adecuada estrategia empresarial, será necesario también contar con una adecuada estrategia de mantenimiento, dado que esta función mantenimiento surge como la única función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes del comportamiento (performance) industrial al mismo tiempo, es decir, costo, plazo y calidad de productos y servicios que son determinantes en la competitividad de la empresa y su permanencia en el mercado.
- Toda estrategia de mantenimiento debe estar dirigida a la implantación de un SGM adecuado a las características de cada instalación y a sus activos físicos, que utilice como método más eficaz, la combinación correcta de todos los métodos disponibles, o sea, el mantenimiento contra avería o por rotura (reactivo), el mantenimiento basado en el uso (tiempo) y el mantenimiento basado en la condición (sin ir a la causa) y si se justifica basado en el estado, predictivo o por diagnóstico (va a la causa), todos ellos respaldados por una rigurosa inspección técnica, tanto subjetiva (con los 5 sentidos) como objetiva (con medios y equipos de diagnóstico), como requisito elemental e imprescindible para el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo.
- En toda Estrategia de Mantenimiento siempre aparecerá como una constante de la misma, la necesaria identificación de forma clara y precisa, de tres “grupos de trabajo” que son los que garantizan el carácter preventivo de la estrategia seleccionada.
- Estos grupos son:
- El grupo de planificación y programación del mantenimiento
- El grupo de ejecución de los trabajos de mantenimiento y reparaciones
- El grupo de inspección técnica
- La existencia del grupo de inspección técnica, es lo que garantiza el carácter preventivo de la estrategia escogida y aplicada y es el factor determinante para que la estrategia sea la adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila-Marín, J. G., Ardila-Marín, M. I., Rodríguez-Gaviria, D., & Hincapié-Zuluaga, D. A. (2016). La gerencia del mantenimiento: Una revisión. *Dimensión Empresarial*, 14(2), 127-142, Publisher: Universidad Autónoma del Caribe, Facultad de Ciencias Administrativas, ISSN: 1692-8563.
- De Waal, A. A. (2003). The future of the balanced scorecard: An interview with Professor Dr Robert S. Kaplan. *Measuring Business Excellence*, Publisher: MCB UP Ltd., ISSN: 1368-3047.
- García, P. O. (2011). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Ediciones de la U., ISBN: 958-762-316-9.
- Kaplan, R. S., Robert, N. P. D., Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). *The strategy-focused organization: How balanced scorecard companies thrive in the new business environment*. Harvard Business Press, ISBN: 1-57851-250-6.
- Martínez, F. (2010). *Tribología Integral*. Editorial Noriega, México, ISBN: 978-607-05-0271-2.
- Martínez, F. (2016). *Temas importantes en el Mantenimiento. Ingeniería de Superficies, Corrosión, Materiales de Construcción, Aceros inoxidables: Vol. Monografía*. Publisher: Universidad Tecnológica de La Habana-CUJAE, La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-261-526-7.
- Martínez, P.F. (2011). *Tribología integral*. Limusa, México, DF.
- Minbas-Cuba. (1998). *Sistema de Mantenimiento* [Manual de Organización y Dirección Técnica de la Producción, Capítulo 6]. Ministerio de la Industria Básica (MINBAS), La Habana, Cuba. La Habana, Cuba.
- Montilla-Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Publisher: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, ISBN: 958-722-409-4.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et Technica*, 16(44), 354-356, Publisher: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, ISSN: 0122-1701.
- Palomino, E. (2010). *Conferencias del curso de Gerencia de Programa de Inspección y Diagnóstico* [Diplomado en Ingeniería de Mantenimiento]. CUJAE, CEIM, Marianao, La Habana, Cuba.
- Parra-García, I. C. (2019). *Sistemas de mantenimiento en turismo*. Publisher: Instituto Universitario de Ciencias Políticas y Sociales, ISSN: 1695-7121.
- Porter, M. (1985). *La ventaja competitiva según Michael Porter*. Web y Empresas, Administración, Ingeniería, Gestión y mucho más, Grupo Editorial Patria.
- Porter, M. E. (2015). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Grupo Editorial Patria, ISBN: 607-744-288-7.
- Ruiz, G. M. (2015). *Post Grado de Mantenimiento Industrial* [Curso Maestría ESIB]. CUJAE, CEIM, Marianao, La Habana, Cuba.
- Sánchez, R. A. (2010). *Gestión de los AFT en el Mantenimiento* [Curso Maestría ESIB]. CUJAE, CEIM, Marianao, La Habana, Cuba.
- Shigeaki, Y. (1990). *Desarrollo del mantenimiento de instalaciones en Japón* [Conferencias en la ESIB]. CUJAE, CEIM, Marianao, La Habana, Cuba.
- Shkiliova, L., & Fernández-Sánchez, M. (2011). Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones y su aplicación en la Agricultura. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1), 72-77, Publisher: 1986, Universidad Agraria de La Habana, ISSN: 2071-0054.
- Tavares, L. A. (2000). *Desarrollo del Mantenimiento de Instalaciones en Japón*. Novopolo, Publicaciones, Brasil.
- Tavares, L. A. (2008). Gestión de mantenimiento enfocado a los costos. *Revista Virtual Pro*, 1-6.
- Yamamoto, S. (1990). *Desarrollo del Mantenimiento de Instalaciones en Japón* [Conferencias en el curso de Maestría de la ESIB]. CUJAE, Marianao, La Habana, Cuba.

Francisco Martínez-Pérez, Dr., Ing., Profesor Titular, Universidad Tecnológica de La Habana, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao La Habana, Cuba, Tel. 78 335577, e-mail: fmartinezperez2013@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8947-7870>

Manuel L. Ruiz-González, MSc., Ing., Profesor, Escuela de Energía y Minas (EEM), La Habana, Cuba, e-mail: manuel@eem.minem.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5840-5128-7162>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: F. Martínez. Curación de datos: F. Martínez, M. L. Ruiz. Análisis formal: F. Martínez. Investigación: F. Martínez, M. L. Ruiz. Metodología: F. Martínez, M. L. Ruiz. Supervisión: F. Martínez. Validación: F. Martínez, M. L. Ruiz. Visualización: F. Martínez. Redacción–borrador original: F. Martínez, M. L. Ruiz. Redacción–revisión y edición: F. Martínez, M. L. Ruiz.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por el autor ni por el editor.