

SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN CUBA

Dr. C. Ángel Tomás Pérez Rodríguez¹M. Sc. Márian Pérez Pérez²

RESUMEN

El desarrollo de la industria del plástico en Cuba ocupa un lugar prioritario en las estrategias de trabajo del Ministerio de la Industria Cubana (MINDUS), pues tienen un impacto importante en todas las actividades que realizan los diferentes organismos que conforman la economía nacional. Sin embargo, impactan negativamente en el medioambiente pues consumen grandes cantidades de energía y los desechos generados no son biodegradables, lo que influye en la sostenibilidad. En este sentido la gestión del proceso de mantenimiento debe contribuir a la mejora de la sostenibilidad. Este proceso resulta imprescindible para el correcto funcionamiento de cualquier organización debido a que los fallos funcionales pueden influir negativamente en la seguridad, el medioambiente, los costos, la calidad y la productividad. No obstante, resulta insuficiente la aplicación de herramientas, métodos y técnicas que orienten la gestión del proceso de mantenimiento al logro de la sostenibilidad. El objetivo de la presente investigación es diseñar un procedimiento, que permita mejorar la gestión del proceso de mantenimiento con un enfoque sostenible en esta industria. Como resultados se elaboró un procedimiento compuesto por cuatro fases y doce pasos. La valoración del procedimiento a través de la aplicación del método Delphi, evidenció el consenso sobre el adecuado sustento teórico, coherencia y concreción de los enfoques estratégico, sistémico e integrado, así como la pertinencia para solucionar el problema científico de la investigación.

PALABRAS CLAVE: Gestión del proceso de mantenimiento; Industria del plástico; Sostenibilidad.

SUSTAINABILITY AND MAINTENANCE PROCESS MANAGEMENT IN THE PLASTICS INDUSTRY IN CUBA

ABSTRACT

The development of the plastics industry in Cuba occupies a priority place in the work strategies of the Ministry of Cuban Industry (MINDUS), since they have an important impact on all the activities carried out

¹ Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Universidad de Holguín, Cuba. E-mail: aperez@uho.edu.cu

² Máster en mantenimiento y reacondicionamiento de máquina. Profesora auxiliar. Universidad de Holguín, Cuba. E-mail: marian.perez@uho.edu.cu

by the different organizations that make up the national economy. However, they have a negative impact on the environment because they consume large amounts of energy and the waste generated is not biodegradable, which affects sustainability. In this sense, the management of the maintenance process must contribute to the improvement of sustainability. This process is essential for the proper functioning of any organization because functional failures can have a negative impact on safety, the environment, costs, quality and productivity. However, the application of tools, methods and techniques that guide the management of the maintenance process to achieve sustainability is insufficient. The objective of this research is to design a procedure to improve the management of the maintenance process with a sustainable approach in this industry. As a result, a procedure composed of four phases and twelve steps was elaborated. The evaluation of the procedure through the application of the Delphi method, evidenced the consensus on the adequate theoretical support, coherence and concreteness of the strategic, systemic and integrated approaches, as well as the relevance to solve the scientific problem of the research.

KEYWORDS: Maintenance process management; Plastics industry; Sustainability.

INTRODUCCIÓN

Una de las empresas que más está afectando al medioambiente y por tanto a la sostenibilidad, es la del plástico. El principal problema medioambiental de este material es que no es biodegradable por lo que tarda décadas y hasta cientos de años en reincorporarse a la naturaleza; se emplea masivamente en el sector doméstico e industrial, por lo que no queda otra alternativa que lograr su uso sostenible, de aquí la importancia de las operaciones de mantenimiento con enfoque de sostenibilidad que permitan reducir los desechos generados en las empresas que lo procesan, con un uso eficaz de la energía y la mitigación de gases de efecto invernadero. La iniciativa mundial sobre el medioambiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), conocida como Clean Seas Campaign para reducir la basura marina.

Las empresas de transformación del plástico en Cuba han alcanzado un avance tecnológico significativo debido al incremento en la demanda de objetos, piezas y partes componentes, sin embargo, no se ha implementado una política adecuada en la gestión del proceso de mantenimiento para que se cumplan eficientemente los objetivos económicos, sociales y ambientales establecidos en las políticas estatales. Los trabajos de mantenimiento que se ejecutan en estas son de oportunidad. Cuando las máquinas paran por otras causas (cambio de diámetro en la línea de producción, sustitución de un molde, falta de materia prima, cortes de electricidad duraderos, etc.) son ejecutadas las tareas de mantenimiento. Casi todas las piezas requeridas actualmente para las reparaciones son deficitarias y cada vez se hace más difícil su adquisición (Pérez Pérez *et al.*, 2021).

En estudios realizados por los autores de esta investigación y auxiliándose de trabajos de diploma, prácticas laborales y grupos científicos estudiantiles de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín (Hernández Paneque, 2016; Pérez Pérez, 2016; Rojas Batista, 2018; Pérez Velázquez, 2018; Castillo Leyva, 2018; Cereijo Arias, 2019, Rodríguez Palomares, 2019; González Samón, 2020), se realizó un diagnóstico inicial con entrevistas y cuestionarios a directivos y trabajadores de las empresas de

transformación del plástico, para contrastar las insuficiencias teórico metodológicas evidenciadas en la literatura, en el que se obtuvieron los resultados siguientes:

- Existe falta de conciencia en los trabajadores del impacto de su actividad productiva sobre el medioambiente y no se incluyen aspectos ambientales en la planificación y realización del mantenimiento;
- insuficiente incorporación de objetivos estratégicos e indicadores dirigidos a aspectos sociales y ambientales en el mantenimiento y en la actualidad, consideran al mantenimiento como un gasto;
- deficiente aplicación de normas y procedimientos para la realización del mantenimiento en los sistemas productivos, de políticas ambientales y de gestión de la energía lo que influye, negativamente, en el desarrollo de estas empresas;
- resulta insuficiente la aplicación de herramientas, métodos y técnicas que orienten la gestión del proceso de mantenimiento enfocado a la sostenibilidad. No se avanza lo suficiente en materia de sostenibilidad;
- en su mayoría se aplica el mantenimiento de oportunidad (correctivo).

A partir de las dificultades identificadas se puede definir como problema científico ¿Cómo contribuir a la sostenibilidad de la gestión del proceso de mantenimiento en las empresas de transformación del plástico? Para darle solución al problema se plantea como objetivo general: diseñar un procedimiento, que permita mejorar la gestión del proceso de mantenimiento con un enfoque sostenible en estas empresas.

La mejora de esta industria depende, en gran medida, del desarrollo e implementación correcta del mantenimiento, lo que permitiría establecer objetivos alineados al cumplimiento de sus propósitos para disminuir los tiempos de inactividad en el área de producción, con la entrega oportuna y con calidad a los clientes reduciendo, además, los costos asociados a los trabajos e inventarios de repuestos en un ambiente seguro para las personas y el medioambiente, con incidencia directa en el aumento de la productividad y de la calidad en las producciones, con un uso eficiente de la energía, lo que redundaría en beneficios a la economía del país.

METODOLOGÍA

En el desarrollo de la investigación integran técnicas y herramientas de diversas índoles, de la revisión de procedimientos para aplicar la gestión del mantenimiento con un enfoque sostenible. Dentro de los métodos teóricos empleados se encuentran el análisis y síntesis de la información, a partir del estudio bibliográfico y la experiencia de los expertos consultados. La deducción-inducción para la concepción del procedimiento y el sistémico estructural: para el análisis a través de su descomposición en los elementos que lo integran. Como métodos empíricos sobresalen la observación directa, el análisis documental, las encuestas, las entrevistas y las mediciones directas.

RESULTADOS

Análisis crítico de los enfoques metodológicos para la gestión del proceso de mantenimiento con un enfoque sostenible

A partir de la investigación realizada, se hace necesario analizar los procedimientos y aplicaciones de la GMeS existentes en la literatura, para lo cual se consultaron procedimientos y casos de estudios relacionados con este tema: en la industria ligera (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2013; González Suárez et al., 2019 y Rosebrock y Bracke, 2020), en la industria automotriz (Xia et al., 2018 y Turner et al., 2022), en la industria alimentaria (Pérez Estrada y de la Paz-Martínez, 2016 y Franciosi et al., 2017) y en el sector de la construcción (Chiang et al., 2015; Zhang et al., 2017; Xia et al., 2018; Chan et al., 2019; Scope et al., 2021; Sun et al., 2021; Hauashdh et al., 2022). A continuación, se presenta una breve reseña de estas metodologías.

Estas investigaciones evidencian el trabajo en aras de mejorar la gestión del proceso de mantenimiento y su relación con la sostenibilidad, y cómo se ha ido avanzando en el tema. Los mismos han contribuido a la detección de las desviaciones y a la proyección de las acciones para su mejora, además de ser adaptables a las empresas según sus características específicas. La mayor parte de las propuestas son para el sector de la construcción y a pesar de que la complejidad y altos costos de estas limitan su aplicación práctica en Cuba, sí les sirven a los autores de esta investigación para conocer un precedente de cómo autores foráneos aplican la gestión del mantenimiento con un enfoque sostenible.

Procedimiento para la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad en la industria del plástico

El procedimiento general está estructurado en cuatro fases y 10 pasos, que van desde la preparación previa, el diagnóstico de la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad, la planeación y organización, ejecución hasta la evaluación y mejora, tal y como se observa en la figura 1. A continuación se describe el procedimiento.

Figura 1

Procedimiento para la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad en la industria del plástico



Nota: Procedimiento para la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad en la industria del plástico.

Fase I. Preparación previa

Paso 1. Conformación del equipo de trabajo.

Paso 2. Comunicación, compromiso y capacitación del personal

Fase II. Diagnóstico y planeación

El objetivo de esta fase es determinar el estado actual de la gestión del proceso de mantenimiento, proponer acciones de mejoras y seleccionar la estrategia.

Paso 4. Diagnóstico del estado actual de la gestión del proceso de mantenimiento

El instrumento para la recolección de información se encuentra disponible en la plataforma educativa de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas³.

Paso 5. Selección de la estrategia más sostenible del mantenimiento

Para la selección de la estrategia de mantenimiento orientada a la sostenibilidad se deben tener en cuenta las dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y ambiental. El grupo de trabajo, según los criterios definidos en cada una de las dimensiones antes citadas, determina la estrategia de mantenimiento más sostenible.

Fase III. Organización y ejecución

Esta fase tiene como objetivo la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento orientada a la mejora de la sostenibilidad.

Paso 6. Programación de las actividades de mantenimiento

En todos los tipos de mantenimientos en que clasifiquen los equipos, se debe determinar la fuerza de trabajo necesaria, el presupuesto y los recursos materiales.

Paso 7. Ejecución del mantenimiento con enfoque sostenible

Una vez que la orden de trabajo es recibida por los especialistas y técnicos del área que son los responsables de realizar el mantenimiento indicado, este se ejecuta.

Fase IV. Evaluación y mejora

Paso 8. Establecimiento de indicadores para evaluar la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad

El grupo de trabajo define los indicadores que permitan evaluar la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad y mide el estado actual en que se encuentran.

Paso 9. Análisis de las desviaciones

Paso 10. Proyección de mejoras

DISCUSIÓN

El conjunto de expertos se caracteriza por tener más de diez años de experiencia como promedio en la docencia, la investigación y la industria. Se aplicó una encuesta para obtener la opinión en cuanto al procedimiento, obteniéndose como resultado que el mismo posee los elementos estructurales necesarios, que existe coherencia entre sus elementos, hay correspondencia entre el procedimiento diseñado y la descripción del mismo, existe claridad en el contenido de sus elementos, posee las fases y los pasos que

³ <https://moodle.uclv.edu.cu/mod/folder/view.php?id=31091>

debe tener y hay correspondencia entre ellos, lo cual influye positivamente en la calidad de la gestión del proceso de mantenimiento y en el logro de la sostenibilidad y en su utilización en las empresas de transformación del plástico en Cuba (tabla 1).

Tabla 1

Resultados de la aplicación del método Delphi para la valoración del procedimiento

| No. | Preguntas | Muy adecuado | Adecuado | Poco adecuado | No adecuado |
|------------|---|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| 1 | La teoría que sustenta el procedimiento | 100 % | | | |
| 2 | Estructura del procedimiento | 100 % | | | |
| 3 | Coherencia entre el teoría y el procedimiento | 100 % | | | |
| 4 | Utilización del enfoque estratégico, sistémico e integrado | 93,33 % | 6,67 % | | |
| 5 | Indicadores propuestos | 86,67 % | 13,33 % | | |
| 6 | Técnicas y herramientas propuestas en cada tarea y las fases | 100 % | | | |
| 7 | La pertinencia de la propuesta | 100 % | | | |
| 8 | Procedimiento que da solución a las insuficiencias de la investigación | 100 % | | | |
| 9 | Propuesta que permite dar solución al problema científico | 100 % | | | |
| 10 | Contribución del procedimiento a la mejora de la gestión del proceso de mantenimiento y la sostenibilidad a la industria del plástico | 100 % | | | |

CONCLUSIONES

1. El procedimiento es un instrumental metodológico sólido que permite llevar a cabo un proceso complejo de forma relativamente simple en las empresas de transformación del plástico en respuesta a las características del entorno y marco regulatorio cubano, para la mejora continua y la sostenibilidad.
2. El procedimiento tiene como referencias las teorías, los estándares internacionales y las tendencias modernas; se estructura a de las dimensiones de la sostenibilidad, lo que permite integrar, en un mismo instrumental metodológico, la gestión estratégica, sistémica e integrada del proceso de mantenimiento.
3. La valoración del procedimiento a través de la aplicación del método Delphi, evidenció el consenso.

REFERENCIAS

- Castillo Leyva, Y. (2018). *Procedimiento para el control del mantenimiento en fábricas de transformación de plásticos*. Aplicación en la fábrica de tubos de Holguín (HOLPLAST). [Tesis de grado, Universidad de Holguín] <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4543>
- Cereijo Arias, A. A. (2019). *Procedimiento para la gestión de la criticidad de los equipos en fábricas de transformación del plástico*. Aplicación en HOLPLAST. [Tesis de grado, Universidad de Holguín]. <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/6072>
- Chan, D. W. M. (2019). *Sustainable building maintenance for safer and healthier cities: Effective strategies for implementing the Mandatory Building Inspection Scheme (MBIS) in Hong Kong*. *Journal of Building Engineering*, 24, 10-37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100737>
- Chiang, Y. H., Li, J., Zhou, L., Wong, K. W., y Lam, P. I. (2015). *The nexus among employment opportunities, life-cycle costs, and carbon emissions: a case study of sustainable building maintenance in Hong Kong*. *Journal of Cleaner Production*, 109, 326–335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.069>
- Franciosi, C., Lambiase, A. y Miranda, S. (2017). *Sustainable Maintenance: a Periodic Preventive Maintenance Model with Sustainable Spare Parts Management*. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 13692-13697. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2536>
- González Samón, B. (2020). *Procedimiento para la gestión del mantenimiento con enfoque ecológico en empresas de transformación de plásticos*. Aplicación en Cajimaya. [Tesis de grado no publicada, Universidad de Holguín].
- González Suárez, E., Santos Herrero, R. F., y Feal Cuevas, N. (2019). *Mejora de la sostenibilidad productiva de Plantas Químicas perfeccionando la actividad de mantenimiento industrial*. VII Simposio Internacional de Química 2019, SIQ 2019, Villa Clara, Cuba. <https://convencion.uclv.cu/event/vii-simposio-internacional-de-quimica-2019-siq-2019-xii-conferencia-la-ingenieria-quimica-desarrollo-potencialidades-y-sus-retos-26/track/mejora-de-la-sostenibilidad-productiva-de-plantas-quimicas-perfeccionando-la-actividad-de-mantenimiento-industrial-1262>
- Hauashdh, A., Jailani, J., Rahman, I. A., y AL-fadhali, N. (2022). *Strategic approaches towards achieving sustainable and effective building maintenance practices in maintenance-managed buildings: A combination of expert interviews and a literature review*. *Journal of Building Engineering*, 45, 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103490>
- Hernández Paneque, Y. (2016). *Sistema de Mantenimiento para la línea de extrusión de polietileno de alta densidad (PEAD) en HOLPLAST*. [Tesis de grado, Universidad de Holguín]. <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4429>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2013). *Sustainability: Orientation in Maintenance Management: Case Study*. In P. Golinska (Ed.), *EcoProduction and Logistics: Emerging Trends and Business Practices* (pp. 135–154). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23553-5_9

- Pérez Estrada, A. y de la Paz Martínez, E. M. (2016). *Eco-eficiencia en la fabricación de piezas de repuesto: un estudio de caso*. *Ingeniería Industrial*, 37, 231-243. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000300002&ynrm=iso
- Pérez Pérez, M. (2016). *Modelo de gestión del mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo para fábricas de transformación de plásticos*. [Tesis de maestría no publicada, Universidad de Holguín]
- Pérez Pérez, M., Pérez Rodríguez, Á. T., y de la Paz Martínez, E. (2021). *Cuadro de mando integral para gestión del mantenimiento con enfoque sostenible en industrias del plástico*. *Retos De La Dirección*, 15(2), 1-27. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/3507>
- Pérez Velázquez, O. J. (2018). *Procedimiento para la seguridad y salud en el trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento. Aplicación en la fábrica de tubos HOLPLAST de Holguín*. [Tesis de grado, Universidad de Holguín] <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/4571>
- Rodríguez Palomares, C. (2019). *Desarrollo de un Cuadro de Mando Integral para el Mantenimiento Sostenible en HOLPLAST*. [Tesis de grado, Universidad de Holguín]. <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/5941>
- Rojas Batista, D. A. (2018). *Procedimiento para la planificación y organización del mantenimiento en fábricas de transformación de plásticos* [Tesis de grado, Universidad de Holguín] <https://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4998>
- Rosebrock, C., y Bracke, S. (2020). *Approach for the determination of maintenance strategies based on an empirical case study*. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 149–154. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.024>
- Scope, C., Vogel, M., y Guenther, E. (2021). *Greener, cheaper, or more sustainable: Reviewing sustainability assessments of maintenance strategies of concrete structures*. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 838–858. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.022>
- Sun, Y., Hu, M., y Lin, S. (2021). *Green and sustainable tunnel maintenance activities scheduling under uncertainty*. *Journal of Cleaner Production*, 297, 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126689>
- Turner, C., Okorie, O., Emmanouilidis, C., y Oyekan, J. (2022). *Circular production and maintenance of automotive parts: An Internet of Things (IoT) data framework and practice review*. *Computers in Industry*, 136, 103593. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103593>
- Xia, T., Xi, L., Du, S., Xiao, L., y Pan, E. (2018). *Energy-oriented maintenance decision-making for sustainable manufacturing based on MAM-ESW methodology*. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 140, 1–13. <https://doi.org/10.1115/1.4038996>