EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL: DESDE UNA VISIÓN REDUCCIONISTA Y MECANICISTA A UNA GESTIÓN MODERNA Y COOPETITIVA

AUTORA: CASTRO OLIVERA KATIRELI CANDELARIA

RESUMEN

El presente artículo representa un análisis documental sobre la evolución del mantenimiento industrial en la época contemporánea, comprendida desde principios del siglo XX hasta la actualidad, pasando por las diversas formas de acción y pensamiento. Para ello se realizó una revisión de la literatura en la materia, de la mano de autores como Tavares (2010), Sao (1994), Cárcel (2015) y Meres (2022), quienes permiten la descripción en la evolución del tema. Como reflexiones finales se tiene que el mantenimiento inicia en la historia moderna como una función limitada, parcelada y aislada que se limitaba a la corrección o reparación de averías cuando ocurrían y debían parar las máquinas para ser atendidas; no se le asignaba una importancia preponderante a esta área en las industrias. Sin embargo, su paso evolutivo para las diferentes épocas del siglo XX y XXI, le han conferido una trascendencia vital en la actualidad, donde predomina el mantenimiento tecnológico e informático, prevaleciendo la predicción; es decir se prevén las fallas con herramientas sofisticadas que incluso las mismas instalaciones y maquinarias las poseen en su composición. Con tendencias gerenciales modernas y coopetitivas que apuntan al desarrollo de la Industria 4.0.

Palabras Claves: Máquinas, organización, Predictivo, coopeticion.

ABSTRACT

This article represents a documentary analysis of the evolution of industrial maintenance in contemporary times, from the beginning of the 20th century to the present, through the various forms of action and thought. For

this purpose, a review of the literature on the subject was made, by authors such as Tavares (2010), Sao (1994), Cárcel (2015) and Meres (2022), who allow the description in the evolution of the subject. As final reflections it has to be that the maintenance begins in the modern history as a limited, parceled and isolated function that was limited to the correction or repair of failures when they occurred and had to stop the machines to be attended; was not given a preponderant importance to this area in industries. However, its evolutionary step for the different epochs of the twentieth and twenty-first century, have conferred it a vital transcendence at present, where technological and computer maintenance predominates, prevailing prediction; In other words, the failures are foreseen with sophisticated tools that even the installations and machines themselves have in their composition. With modern management and coopetitive trends that point to the development of Industry 4.0.

Keywords: Machines, organization, Predictive, coopeticion.

INTRODUCCIÓN

Las empresas y organizaciones a nivel mundial, independientemente de su naturaleza, (públicas o privadas) debido a la alta exigencia a las que están expuestas, sobre todo por demanda de los clientes, se han visto en la necesidad de adecuar sus operaciones, procesos y funciones, entre las que destaca, principalmente el mantenimiento; esto con el propósito de alcanzar estándares de calidad internacionales que les permita ser más competitivas en todas las áreas, pero principalmente donde los usuarios tienen influencia, y es precisamente cuando se percibe el servicio o producto.

El mantenimiento industrial, es aquel conjunto de medidas de carácter técnico organizativo, que pueden ser o no elaboradas previamente, que tiene como propósito sostener la funcionalidad de los equipos y garantizar un estado óptimo de las máquinas a través del tiempo, este permite garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso como consecuencia de averías de máquinas y equipos. Tradicionalmente existen tres principales tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Sin embargo, a medida que profundizamos en estos conceptos, vemos que existen varias estrategias y métodos que se pueden aplicar en la gestión de mantenimiento y que a medida de que evolucionan y se implementan nuevas tendencias tecnológicas surgen nuevas formas y tipos de mantenimientos.

El autor Borda, J. (2022) señala que un mantenimiento eficaz es uno de los elementos más importantes para el logro de la competitividad y operatividad empresarial en el actual marco de competencia global.

En consecuencia, es una de las funciones más importantes actualmente en las organizaciones, y comenzó a tomar preponderancia desde principios del siglo XX, con la masificación de la producción, especialmente cuando Henry Ford instauró la producción en serie, en 1930, de allí comenzaría la historia que se conoce. Desde este momento el mantenimiento ha pasado por una serie de cambios, los cuales han apuntado, principalmente a elevar el servicio de esta área tan imprescindible en las empresas, que hoy día llega a estar a la par de otras áreas

como la producción y operaciones.

En este sentido, el presente artículo constituye un análisis documental del recorrido que ha experimentado la gestión de mantenimiento, desde su insurgencia como una función y área aislada en las empresas, hasta la preponderante e impórtate visión actual; es así como se revisa el recorrido histórico de la aparición de la función de mantenibilidad desde una visión descriptiva, apoyado por autores como Tavares , Sao y Cárcel, quienes de una forma gráfica y diáfana muestran el camino histórico que experimentó esta área, desarrollándose un análisis interpretativo del mismo.

Para analizar la gestión de mantenimiento en las organizaciones en la era actual, donde los cambios son acelerados debido a la globalización, es necesario entender esta función en la historia y el desarrollo de la misma a través de las diversas etapas por las que ha pasado desde el siglo XIX hasta el presente, como un de las áreas prioritarias en las empresas, su repercusión en la producción de bienes y servicios, acompañada del cambio de estilos en la forma de gerencial desde ambientes muy conservadores o estables hasta los días presentes, donde muchos países padecen problemas serios de producción e ingresos, como el caso de América Latina.

De la región Latinoamericana, se menciona a Venezuela, que además atravesar problemas financieros, marcados por una macro devaluación de sus signo monetario, hiperinflación por la baja en el producción petrolera, su principal fuente de ingresos, además su economía y parque industrial se ha visto afectada por una serie de medidas coercitivas unilaterales (MCU) impuestas desde Estado Unidos de Norte América, que limitan más sus políticas de mantenimiento y preservación, no sólo de infraestructuras, sino de equipos e instalaciones en sus principales organizaciones, instituciones y empresas.

Atendiendo a lo planteado Tavares (2010, p.2), expresa que

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado

occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor, "calidad", como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional.

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como Producción = Operación + Mantenimiento (1), donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

a) Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación;

b) Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;

c) Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

Lo anterior da cuenta, que la gestión de mantenimiento se ve influenciada por el usuario de los productos o servicios que genera la organización, teniendo en consideración que la percepción que estos tengan de dichos servicio influirá en decisiones, que al final hacen peso en la mantenibilidad de las instalaciones y los equipos, pues se convierte en una causa de consideración para los directivos, quienes se ven en la necesidad de considerar dichas opiniones. Esta interacción, es el punto de partida de la relación beneficio costo en la confiabilidad de los equipos, pues de esta manera se le imprime la dinámica de mantenibilidad constante en las empresas.

Ahora bien, las interacciones anteriores han cambiado, pues el mantenimiento desde el siglo IXX, según el autor antes señalado, aunque han ido a la par del desarrollo técnico industrial, ya que a finales del siglo XIX con el inicio de la mecanización de las industrias surgió la idea y necesidad de las primeras reparaciones. Y hasta 1914, el mantenimiento era subestimado,

relegado a un segundo plano, siendo ejecutado por el mismo grupo de operación.

No obstante, de acuerdo a Sao (1994), con la llegada de la primera guerra mundial y el surgimiento de la producción en serie, instituida por Ford, las industrias pasaron a establecer programas mínimos de producción y por consiguiente, emerge la necesidad de desarrollar equipos con capacidad para llevar a cabo reparaciones en máquinas al menor tiempo posible. Así surgió el primer ejemplo organizado, como unidad orgánica subsumida a la operación, cuyo propósito medular era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como "mantenimiento correctivo".

De este modo, los organigramas de las empresas comenzaron a mostrar la posición del mantenimiento como indica la Figura 1, donde se puede observar la emersión de una función diferente al área de operaciones, a pesar de estar subsumida a la producción de bienes y servicios en las empresas. Esta moción marcaría el hito y el punto de inflexión de la gestión del mantenimiento mundial y que será adoptado de allí en adelante con los ajustes que sufrirá en la historia.



Figura 1. **Ubicación de Mantenimiento en el Primer tercio del siglo XX**. Fuente: Sao (1994)

Del planteamiento hecho anteriormente se infiere, que la primera gestión de mantenimiento, si se le puede definir de alguna manera que respondía a una función marginal y aislada, ya que su repercusión tenía una importancia menor a la producción, donde más bien, el departamento de operaciones y producción controlaba al mantenimiento, desde el punto de vista orgánico y funcional. Ello implicaba una función de mantenibilidad limitada a la ejecución de reparaciones cuando se requerían.

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, tal como refiere Cárcel (2015), cuando se produce la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, donde los directivos de las empresas entonces, pasan a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las

mismas ocurriesen, en consecuencia, Tavares (2010), refiere que las organizaciones requería entonces, de un personal técnico de mantenimiento para desarrollar una gestión de prevención de averías que, sumado a la visión correctiva, ya existente, completaban el mantenimiento de esa era, constituyéndose en una unidad orgánica, tan importante como la de operación, tal como se observa en la Figura 2.

Es decir, en esta etapa aparece la verdadera división del mantenimiento como una función con autoridad y responsabilidad propia, visibilizándose la misma, pero ya no subyugada o subordinada a las áreas de producción y operaciones, lo que hacía pensar que la corrección y prevención de fallas tendría en un futuro, tanta importancia como las otras áreas ya señaladas, pues le confería autonomía a la misma.

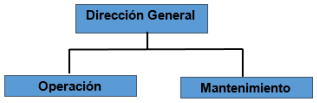


Figura 2. **Mantenimiento en el Primer desde 1930 a 1940 siglo XX**. Fuente: Tavares (2010)

Como se pudo apreciar el mantenimiento, consecutivamente fue pasando por procesos de cambio, dejando atrás la visión reduccionista o aislada, de una gestión correctiva a una preventiva, que demandaba cada vez mejores profesionales en el área, que debían contar con competencias especializadas que apuntaran más a la prevención. De esta manera, se iba agrandando la importancia y relevancia de este en la historia de las organizaciones.

Posterior a la etapa de post-guerra, y en un esfuerzo para satisfacer necesidades propulsadas en este período, tal como se puede inferir de lo expuesto por Tavares (2010), alrededor del año 1950, surgió una gran evolución de la industria de aviación comercial y de la industria electrónica; situación que permitió la visión del mantenimiento más orientada a la prevención de fallas en comparación con la ejecución de la reparación, surgiendo así, grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que denominado Ingeniería de mantenimiento y que acogió funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo

analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron.

En esta etapa comienza la verdadera modernización de la gestión y función de mantenimiento, donde el personal comienza a tener contacto con mayores retos, en cuanto a su preparación que marcaría la pauta de la división de tareas, donde imperaba la ingeniería de mantenimiento, lo que permitiría una mayor responsabilidad en las actividades que se desarrollaban. Como se indica en la Figura 3.

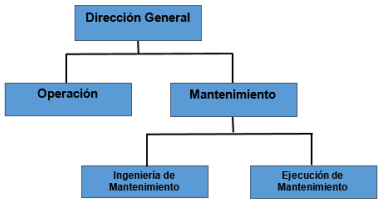


Figura 3. **Mantenimiento entre 1950 a 1960 Post Guerra**. Fuente: Tavares (2010)

A partir de 1966 y según Tavares (2010), con la expansión de la época de computadoras, se fortalecieron las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, creadas al final del periodo anterior y la modernización de los instrumentos de protección y medición; es así, como la ingeniería de mantenimiento adoptó criterios de predicción o previsión de fallas, con cuyo fin era mejorar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, prosiguiendo con el autor antes reseñado, dieron paso al mantenimiento predictivo o previsivo, vinculados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutores del mantenimiento. Estas actividades incidieron en el desmantelamiento de la ingeniería de mantenimiento, que se constituyó entonces, de dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el Planificación y Control del Mantenimiento (PCM), este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los sistemas automatizados de mantenimiento, como es ilustrado en la Figura 4.

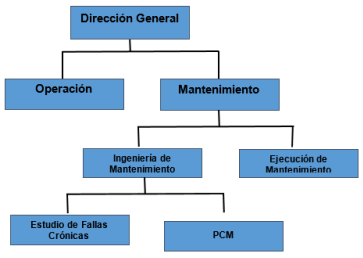


Figura 4. **Gestión de Mantenimiento Especializada (Fallas Crónicas y PCM)**. Tavares (2010)

Desde 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, ha surgido una tendencia de mantenimiento, donde se desarrollan programas propios, mitigando los obstáculos de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de servidor, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento. De esta manera, el mismo pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción, ya que influye también en el área de operación, tal como se observa en la figura 5

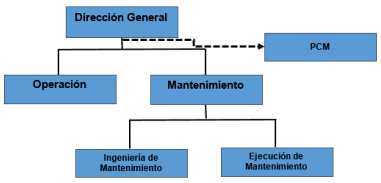


Figura 5. **Posición del PCM asesorando la supervisión general de producción**. Tavares (2010)

En la actualidad, según Meres (2018), con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios por parte de usuarios o consumidores, el mantenimiento ha pasado a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado tal que se equipara a las áreas de producción y operación. Estas etapas evolutivas del mantenimiento se caracterizaron por la reducción de costos y por la garantía de la calidad (mediante la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (mediante la disponibilidad de los equipos). Los profesionales de mantenimiento ahora son más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes.

Igualmente en la actualidad, a pesar de que en el año 2019, la pandemia del Covid 19 afectó fuertemente a muchas organizaciones con períodos de cierres y algunas empresas que no han podido reabrir a plena capacidad, las mismas proyectaron reducir los costos sin recortar personal. En consecuencia el área del mantenimiento, tiende a la reducción de costos, cambiando

a la gestión automatizada de órdenes de trabajo y otros sistemas operativos. Cada vez más se está trabajando con programas que incorporan los datos proporcionados por las propias máquinas, para anticipar y abordar las fallas previstas. Uno de los grandes avances logrados por la Industria sido la introducción de tecnologías que proporcionan a cada máquina una supervisión precisa de su estado en tiempo real.

Lo anterior significa que la depreciación y averías posibles de equipos se analizan constantemente, de modo que el mantenimiento puede programarse antes de que se produzca cualquier falla real. Esto significa la aparición de organizaciones inteligentes como una de las mejores formas para que las mismas reduzcan los costos a largo plazo, por lo que es probable que haya una tendencia al aumento de estas inversiones a medida que mejore el panorama económico.

El autor Borda, J. (2022) indica que en el mundo industrial se predice un crecimiento fuerte en la aplicación de tecnologías predictivas. En este mismo sentido, irrumpirá la implementación del "Mantenimiento 4.0". Esto, debido a la disminución de recursos y de frecuencias en la intervención de equipos que se pueden lograr con estas tecnologías., el foco dominante en el mantenimiento es el control de costos, por lo que el mantenimiento futuro de todas las empresas es la implementación del "Mantenimiento 4.0", el cual será casi obligatorio y deberá ser reemplazado paulatinamente ya que de lo contrario las empresas, infraestructuras e instalaciones correrán el riesgo de desaparecer por obsolescencia tecnológica.

Reflexiones finales

La gestión de mantenimiento en su proceso evolutivo, desde principios del siglo XX pasó de una visión aislada, reduccionista y marginal, si se le puede llamar así por su connotación en ese momento histórico. Esta primera etapa en su evolución se limitaba a una función reactiva, pues consistía en la reparación de maquinaria tras una falla o vería. Específicamente se circunscribía al mantenimiento llamado correctivo o reactivo, que obligaba a paralizar las estructuras o maquinarias averiadas y, en consecuencia, la producción. Por consiguiente, se trataba de reparaciones que podían hacerse con herramientas básicas por la

misma naturaleza mecanicista de los sistemas de producción.

Estos primeros ejercicios de mantenimiento ocurrían junto con la falla misma, lo cual le confería una visión parcial e inmediata a esta función, ya no había nada que hacer cuando intervenía el mantenimiento. Se infiere la no existencia de planes de rutina, por lo que la estrategia se resumía en reparar lo dañado, cuando no había más solución o respuesta a dicho daño.

Posteriormente y a mediados del siglo XX, los sistemas y maquinarias utilizadas en procesos industriales conformaban una cadena productiva más compleja, con las demandas de la segunda guerra mundial y etapa posterior a esta, donde predominaba la producción a gran escala y la rapidez a las demandas. Emergió la idea de la competitividad, predominando la productividad, aportada inicialmente por la industria automotriz, algo decisivo en la evolución del mantenimiento. La maquinaria pasó a ser el elemento clave para la producción de herramientas, armas, equipos y vehículos militares. Así, comenzaron los primeros programas organizados de mantenimiento preventivo. Era necesario evitar la falla temprana minimizando impactos y costos, así emerge el mantenimiento preventivo, predictivo y con él la programación de un mantenimiento más sistematizado.

En la actualidad las empresas están preparadas, adoptando las tecnologías de Información y comunicación (TIC), mediante sistema automatizados tecnología de formas innovadoras en los trabajos de mantenimiento. Estos cambios aunque son difíciles para algunos, permiten alcanzar nuevos niveles de innovación y éxito, donde los equipos y la complejidad de estos, sus componentes informáticos intrínsecos hacen necesaria la incorporación de herramientas que permitan leer datos (sensores) y gestionarlos, el mantenimiento industrial continúa evolucionando con la digitalización, la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT). Estas tecnologías permiten una mayor automatización, predictibilidad y optimización de los procesos de mantenimiento, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa y una reducción de los costos.

En conclusión, podemos decir que así como el ser humano está en constante estado de cambio cultural, económico y social. Desde el descubrimiento de las

herramientas, pasando por la revolución agrícola hasta la revolución industrial la humanidad ha encontrado la forma de sacar el máximo provecho de su entorno. Entonces, la herencia de nuestros antepasados es aprender a mantener nuestras herramientas 100% funcionales para sacar provecho de los recursos y procesos; el mantenimiento industrial es una clara prueba de esto, ya que está altamente relacionado con las situaciones sociales del momento. Cambió luego de la segunda guerra, en la época post guerra y ahora, en una época tecnológica, vemos cómo ha venido evolucionando rápidamente sus herramientas y estrategias de gestión convirtiéndose en un servicio con una visión holística e integral de mantenimiento industrial adoptando las nuevas tecnologías.

El mantenimiento industrial ha pasado de ser principalmente reactivo a adoptar enfoques más proactivos y basados en datos a lo largo de la historia, impulsado por avances tecnológicos y cambios en las prácticas de gestión, donde los entornos empresariales complejos de hoy requieren de ir asumiendo posturas más complejas como la gerencia coopetitiva, ofreciendo perspectivas únicas y marcos conceptuales para comprender mejor cómo las empresas pueden colaborar y competir de manera efectiva.

A lo que los autores Gnyawali, D. Y Park, B.(2009) en su obra "Co-opetition and Technological Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises: A Multilevel Conceptual Model", (Cooperación e innovación tecnológica en las pequeñas y medianas empresas: un modelo conceptual multinivel) , han demostrado cómo la coopetición puede impulsar la innovación tecnológica en las empresas, explorando cómo las empresas pueden expandir su alcance estratégico mediante la colaboración y la competencia con otras empresas, donde producto de las profundas transformaciones tecnológicas, sociales y económicas de las últimas décadas han tenido importantes consecuencias en las modalidades de producción industrial y han modificado lo que está en juego para el mantenimiento industrial.

Es en este contexto que el concepto de gerencia coopetitiva abarque áreas de importancia como el

mantenimiento, integrándolas con la generación de GMAO (Gerencia de mantenimiento asistida por ordenadores), que está intrínsecamente ligada al desarrollo de la Industria 4.0 y a las herramientas de intercambio de información en tiempo real. En particular, han permitido el desarrollo de programas informáticos de GMAO como Mobility Work, que permite que el mantenimiento industrial se convierta en una herramienta capaz de afrontar y dar respuestas a las necesidades de las empresas en sus constantes cambios evolutivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárcel, C. (2015). Ingeniería del Mantenimiento Industrial y Gestión del Conocimiento. Mejora en la Eficiencia de las Empresas. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Meres, Y. (2022). 7 Tendencias Del Mantenimiento Industrial En 2022. Disponible en https://www.cursosaula21.com/tendencias-mantenimiento-industrial/ . 8 fecha de Consulta 14/02/2023

Sao, B. (1994). Mantenimiento Preventivo en Volkswagen de Brasil S/A. División de Mantenimiento de Planta.

Tavares, L (2000). Administración Moderna de Mantenimiento. Novo Polo Publicaciones. Brasil

Gnyawali, D. Y Park, B.(2009) Co-opetition and Technological Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises: A Multilevel Conceptual Model.

Disponible en https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2009.00273.x. Fecha de consulta 04/05/2024

Borda, J. (2022) articulo "La transformación hacia un mantenimiento 4.0. Disponible en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6670232 fecha de consulta 04/05/2024