

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO EN UN ÁREA DE PRUEBA FUNCIONAL UTILIZANDO LA METODOLOGIA DMAIC DE SIX SIGMA: REVISION LITERARIA

IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS MAINTENANCE IN A FUNCTIONAL TEST AREA USING SIX SIGMA'S DMAIC METHODOLOGY: A LITERATURE REVIEW

Esparza Contreras Irving Andrés¹, Valles Chávez Adán², Poblano Ojinaga Eduardo Rafael³,
Pinto Santos Jorge Adolfo⁴, Gómez Zepeda Perla Ivette⁵

¹Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Ciudad Juárez, irving.aec@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-9132-8526>;

²Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Ciudad Juárez, adan.vc@cdjuarez.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-6559-0123>;

³Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Ciudad Juárez, eduardo.po@cdjuarez.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>;

⁴Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Ciudad Juárez, jorge.ps@cdjuarez.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0001-9614-2764>;

⁵Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico del Ciudad Juárez, perla.gz@cdjuarez.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-1767-5982>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.413>

Resumen -- Esta investigación titulada “Implementación del Mantenimiento Autónomo en un área de prueba funcional utilizando la metodología DMAIC de Six Sigma: Revisión Literaria”, tiene como objetivo identificar y analizar la información existente sobre el Mantenimiento Autónomo para adquirir el conocimiento y observar la correlación entre las distintas variables que están involucradas en esta investigación, las cuales son el mantenimiento industrial, el tiempo muerto, el Mantenimiento Productivo Total (TPM), Seis sigma y la metodología de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC).

La metodología utilizada es una revisión sistemática (artículos científicos, revistas indexadas, libros) donde se utilizó una técnica comparativa en la cual se recopiló la información más relevante donde fueron utilizados el mantenimiento industrial, el tiempo muerto, el TPM, Seis Sigma y la metodología DMAIC en las industrias manufactureras lo que permitió constituir los pasos necesarios para la creación de la Revisión de la Literatura. Se detectó la importancia de conocer lo que es el mantenimiento industrial, como los tipos que existen sus ventajas y desventajas, que es el tiempo muerto y sus clasificaciones, la metodología DMAIC, así como el Mantenimiento Autónomo es un pilar del TPM.

Al lograr a conocer más a fondo cada una de las variables en la investigación se pudo observar la correlación que existe entre todas y cada una ellas, así como los autores mencionan la importancia de establecer un buen equipo de trabajo que se encargue de llevar a cabo todos los pasos necesarios para la implementación y continuidad del Mantenimiento Autónomo en la empresa para que este proyecto no quede en el olvido y logre demostrar todos los beneficios donde se va a aplicar.

Como conclusión se puede decir que la revisión literaria llevada a cabo facilitó conocer más sobre todas nuestras variables en la investigación, cómo influyen y se correlacionan una con otra.

Palabras Clave: DMAIC, Seis Sigma, Tiempo Muerto, TPM.

Abstract -- This research, entitled "Implementation of Autonomous Maintenance in a Functional Test Area Using the Six Sigma DMAIC Methodology: Literature Review," aims to identify and analyze existing information on Autonomous Maintenance to gain knowledge and observe the correlation between the different variables involved in this research, which are industrial maintenance, downtime, Total Productive Maintenance (TPM), Six Sigma, and the Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) methodology.

The methodology used is a systematic review (scientific articles, indexed journals, books) that uses a comparative technique to compile the most relevant information on industrial maintenance, downtime, TPM, Six Sigma, and the DMAIC methodology used in manufacturing industries. This allowed for the establishment of the necessary steps for the creation of the Literature Review. The importance of understanding what industrial maintenance is, including the types that exist, their advantages and disadvantages, downtime and its classifications, the DMAIC methodology, and how Autonomous Maintenance is a pillar of TPM was identified.

By gaining a deeper understanding of each of the research variables, it was possible to observe the correlation

between each of them. The authors also mention the importance of establishing a strong team responsible for carrying out all the necessary steps for the implementation and continuity of Autonomous Maintenance in the company so that this project does not fall by the wayside and can demonstrate all the benefits wherever it will be applied.

In conclusion, we can say that the literature review conducted allowed us to learn more about all our research variables, including how they influence and correlate with each other.

Key words – DMAIC, Six Sigma, Dead Time, TPM.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no existe suficiente información que correlacione el Mantenimiento Autónomo que es uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM), el tiempo muerto y la metodología de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) en una sola investigación. Por lo que en esta investigación se revisarán aquellos artículos que al menos correlacione dos de estos temas para así poder acoplarlos en un todo que pueda auxiliar en la investigación principal en la que está basada esta revisión literaria.

Como saben la mayoría de las empresas buscan reducir los tiempos muertos ocurridos en sus diferentes áreas de producción apoyándose de diferentes metodologías como lo son: six sigma, lean y kanban, mencionando algunas.

En este artículo se conocerán más afondo todas sus variables, así como lo qué mencionan los autores que es necesario para poder aplicarlas ya sea en forma individual o conjunta. Como siempre habrá autores que concuerden en la forma que deben de ser aplicadas y otros que no.

Se conocerán los tipos de mantenimientos, también los distintos tipos de tiempo muerto que existen, así como la metodología DMAIC y lo que se necesita para poder aplicar el Mantenimiento Autónomo pilar de TPM en una empresa manufacturera.

Ya obtenido este conocimiento se buscará cumplir con el objetivo que se mencionan a continuación:

Objetivo General

Realizar una revisión de literatura acerca de cómo influyen y se correlacionan el TPM, Six Sigma, Tiempo muerto y Mantenimiento Industrial aplicado en la industria manufacturera, explicando la importancia del Mantenimiento Autónomo en la industria manufacturera.

Justificación

Esta revisión de literatura es realizada con el propósito de sustentar las operaciones que serán utilizadas en un

proyecto de maestría donde se pretende lograr la reducción de tiempo muerto al aplicar el Mantenimiento Autónomo que es uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total mediante la metodología six sigma, y que en un futuro dicha práctica pueda ser utilizada en las diferentes áreas de pruebas finales de la empresa.

DESARROLLO

El tipo de investigación que se aplicará durante este artículo será documental y correlacional, donde los siguientes instrumentos fueron utilizados: revisión literaria de libros, revistas científicas y trabajos anteriores donde se muestra cómo se aplica el Mantenimiento Autónomo pilar del TPM en la industria manufacturera aplicando Seis Sigma mediante la metodología DMAIC.

Metodología

Se empezó buscando información relacionada con las variables establecidas en el proyecto de maestría que utilizará como base de este artículo: “Implementación del Mantenimiento Autónomo en un área de prueba funcional utilizando la metodología DMAIC de Six Sigma”. Las variables son: Tiempo Muerto como dependiente, Tiempo de Mantenimiento Correctivo y Tiempo de Espera como variables independientes.

Las cuales fueron exploradas en distintos motores de búsqueda como: Google Académico, Mendeley, Sistema de Información Científica Redalyc y Latindex. Con estas variables se involucran otros términos como: six sigma, DMAIC, TPM, Mantenimiento Industrial, donde fueron nuestras palabras clave o keywords para buscar en los motores de búsqueda.

Todo este conjunto de términos y métodos facilitan el poder apreciar la correlación entre las variables, evitando confundirlos y esclareciendo el objetivo de la investigación.

El proceso de búsqueda se realizó de la siguiente forma:

1. Se seleccionaron las palabras clave que tienen relación con el objetivo del proyecto.
2. Se optó por leer el resumen y conclusiones de cada artículo encontrado, si las palabras clave se encontraban, se procedía a leer el artículo completo.
3. Se descarga el artículo, y se nombra como “cita en APA”
4. Se sustrae la información correspondiente a cada artículo citado.

La tabla 1 muestra más detalladamente la búsqueda de información de nuestras palabras clave relacionadas a la industria manufacturera:

Tabla 1. Datos de Búsqueda.

Palabras Clave	Motor de Búsqueda	Cantidad Encontrada	Relación con Objetivo
Six Sigma Metodología DMAIC, Tiempo Muerto, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Productivo Total	Google Académico	380	18
Six Sigma Metodología DMAIC, Tiempo Muerto, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Productivo Total	Mendeley	21	0
Six Sigma Metodología DMAIC, Tiempo Muerto, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Productivo Total	Redalyc	970	2
Six Sigma Metodología DMAIC, Tiempo Muerto, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Productivo Total	Libros	3	3

Fuente. Tabla con los resultados de las palabras clave en diferentes motores de búsqueda (Elaboración Propia, 2025).

Ya una vez establecido que artículos, libros y revistas cumplen con los requisitos que se están buscando, se procederá a conocer más a fondo los conceptos de las variables para lograr tener un mejor entendimiento de cómo son aplicadas en la industria manufacturera.

Para poder implementar el Mantenimiento Autónomo hay que conocer los diferentes mantenimientos que existen y por qué se decidió por este tipo de mantenimiento en esta área de producción.

Se tiene el conocimiento que se le llama mantenimiento industrial a todas las técnicas utilizadas para tener los equipos e instalaciones en funcionamiento durante el mayor tiempo posible, donde proporciona su disponibilidad y máximo rendimiento [1].

Los mantenimientos difieren entre sí por las tareas específicas que se desempeñan dentro de cada uno [2]:

- **Mantenimiento Correctivo:** Este consiste en corregir los defectos que se presenten durante el funcionamiento del equipo que está operando.

- **Mantenimiento Preventivo:** Es el que permite que los equipos trabajen sin presentar problemas al revisarlos y

cambiar partes necesarias para su buen funcionamiento aun sin presentar fallas.

- **Mantenimiento Predictivo:** Con este se puede conocer e informar siempre del estado y funcionamiento de los equipos mediante el conocimiento de determinadas variables.

- **Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):** En este se realizan revisiones programadas donde se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Donde se pretende asegurar, el funcionamiento de los equipos durante un gran tiempo dejándolos casi nuevos.

- **Mantenimiento RCM:** Se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de falla, en la aplicación de técnicas estadísticas y de detección. Se puede decir que es una filosofía de mantenimiento puramente tecnológica.

- **Mantenimiento En Uso:** Es el mantenimiento básico de cualquier equipo que es realizado por los mismos usuarios. Consiste en una serie de tareas básicas como la toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, etc., para las cuales no se necesita formación técnica, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del Mantenimiento Productivo Total.

El tiempo muerto es un periodo en el que los equipos se encuentran fuera de operación debido a alguna falla o por estar en mantenimiento.

Como se indica en el artículo: “Definiciones Mantenimiento Preventivo” [3], existen diferentes tipos entre estos se encuentran:

- **Tiempo Muerto por Fallos:** Son las causadas por defectos de los equipos que requieren de alguna clase de reparación.

- **Tiempo Muerto por setup y ajuste:** Es causado por cambios en las circunstancias de operación, como el empezar una corrida de producción, comenzar un nuevo turno, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajuste de las máquinas.

- **Tiempo Muerto debido a Paros Menores:** Son causadas por interrupciones de las máquinas, atoramiento o tiempo de espera, en este tipo de pérdidas no se daña el equipo.

- **Tiempo Muerto por Velocidad:** Son causadas por reducción en la velocidad de operación, debido a que a velocidades más altas ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

- **Tiempo Muerto por Defectos de Calidad y Retrabajo:** Son productos que están fuera de las especificaciones o con defectos, producidos durante operaciones normales, estos productos tienen que ser trabajados o eliminados.

Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el coste del material desperdiciado.

● **Tiempo Muerto por el Rendimiento:** Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados o tirados.

Six Sigma es un término acuñado por el ingeniero Bill Smith, de Motorola, en la década de los años ochenta. Fue así como la compañía denominó a su propuesta de reducción radical de defectos en los productos. Luego experimentó un nuevo impulso hacia fines del siglo XX, al ser aplicada por General Electric en toda su organización, tanto para la fabricación como para los servicios, logrando espectaculares resultados [4].

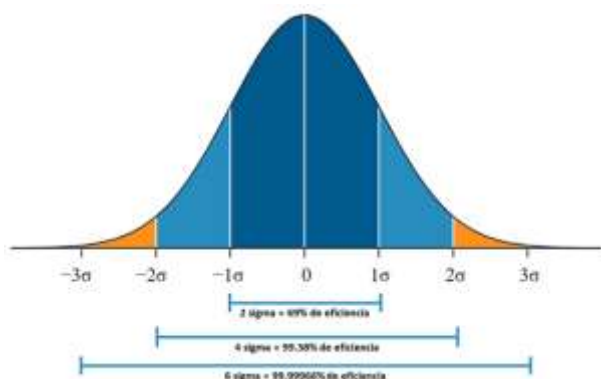
González Cordero [5] menciona que Six Sigma evolucionó desde un simple indicador de la calidad hasta convertirse en una estrategia general para acelerar las mejoras y alcanzar niveles de desempeño sin precedentes enfocándose en las características críticas para los clientes y la identificación y eliminación de las causas de los errores cero defectos en los procesos.

Dávila et al. [6] concuerdan en: “Debido a la competencia global de la actualidad, las empresas buscan mejorar sus procesos enfocándose en la calidad hacia sus clientes”.

Pulido y De la Vara [7] definen a Seis Sigma “Como una estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos”.

En su nivel más elemental la meta de 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, en su nivel óptimo, un valor máximo de 3.4 defectos por cada millón de unidades producidas (3.4 DPMO) o, lo que es lo mismo, garantizar una eficiencia del 99.99966%, Figura 1.

Figura 1. Gráfica de Sigmas.



Fuente. Gráfica de la relación del nivel de sigmas con respecto a su eficiencia (Novazen Consulting Solutions, 2024) [14].

Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos 6σ a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

Sung H. Park [8] menciona que “Six Sigma se ha vuelto muy popular en todo el mundo porque es una nueva estrategia de gestión de la calidad que puede remplazar el Control Total de Calidad (TQC), Gestión de la Calidad Total (TQM) y otros”.

Varios autores como Navarro, De Mast, Mason et al. [9, 10, 11] coinciden que “Seis Sigma es visto como un sistema estadístico, científico y sistemático donde la esencia de Six Sigma es la integración de cuatro elementos (cliente, proceso, mano de obra y estrategia)”. Ricardo Aguirre [12] menciona que a través de investigar diferentes métodos de six sigma encontró la siguiente respuesta “A parte de los que no son en realidad un método, sino conjuntos de buenas recomendaciones comportamentales los equivalentes son equivalentes en lo esencial”.

Vidal et al. [13] concuerdan con varios autores que para “conseguir los objetivos del Seis Sigma se necesita tiempo y compromiso por parte de todos los integrantes la empresa, ya que el proceso es costoso pero los resultados son muy favorables”.

La utilización de la técnica de gestión y organización Six Sigma en compañías da lugar a una serie de beneficios o ventajas muy relevantes para los resultados de esta [14]:

- Se llegan a reducir los defectos, errores o fallos hasta un valor cercano a cero (eficiencia global del 99,99966%). Con lo que la cuenta de resultados se verá fuertemente afectada de manera positiva.
- Los niveles de ahorro, que se obtienen con su implantación suponen una cifra enorme, en comparación con los costes de la implantación de esta metodología.
- Los despilfarros y procesos sin valor añadido se eliminan, potenciando los que sí aportan valor añadido.
- Se logra satisfacer al máximo al cliente, con lo que se fideliza el nicho del mercado al que pertenece la empresa, asegurando de este modo las ventas.
- Ayuda a recuperar participación en el mercado, a realizar previsiones de mayor confiabilidad y a reducir el índice de devolución de productos por parte de los clientes.
- Es una metodología aplicable a empresas de cualquier ámbito, no sólo a las pertenecientes al sector de la producción, sino también al sector servicios.

- Se mejoran y optimizan los procesos (productivos o no) de manera que se dé lugar a una metodología estandarizada y común a todos los integrantes de la compañía.
- La implantación del Six Sigma, genera retornos de inversión lo suficientemente grandes como para absorber los costes iniciales de dicha implantación, en un plazo de tiempo asumible para la gran mayoría de las empresas.

Montgomery, D. [15] habla sobre la metodología DMAIC donde explica que es un procedimiento de 5 pasos que se utiliza para implementar con éxito los proyectos relacionados a resolver los problemas de calidad y proceso. Pérez Domínguez, P. y Vega Morales V. [16, 17] mencionan que cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

Los pasos de la metodología DMAIC se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Ciclo DMAIC.



Fuente. Figura donde se muestran los pasos de la metodología DMAIC (Corral V., 2023) [31].

Y se definen como [18]:

I. Definir (Define): El objetivo del paso Definir de DMAIC es identificar la oportunidad del proyecto y verificar o validar que representa un potencial de avance legítimo.

II. Medir (Measure): El propósito del paso Medir es evaluar y comprender el estado actual del proceso. Esto implica recopilar datos sobre medidas de calidad, costo y rendimiento/tiempo de ciclo.

III. Analizar (Analyze): En el paso Analizar, el objetivo es utilizar los datos del paso Medir para comenzar a determinar las relaciones de causa y efecto en el proceso y comprender las diferentes fuentes de variabilidad. Es importante separar las fuentes de variabilidad en causas comunes y causas asignables.

IV. Mejorar (Improve): En el paso Mejorar, el equipo recurre al pensamiento creativo sobre los cambios específicos que se pueden realizar en el proceso y otras

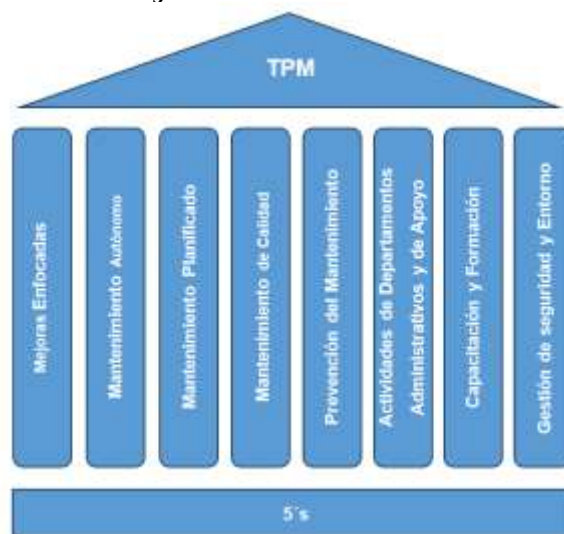
cosas que se pueden hacer para tener el impacto deseado en el rendimiento del proceso.

V. Controlar (Control): Los objetivos del paso de Control son completar todo el trabajo restante en el proyecto y entregar el proceso mejorado al propietario del proyecto junto con un plan de control del proceso y otros procedimientos necesarios para garantizar que se institucionalicen las ganancias del proyecto.

El TPM surge en Japón (Japan Institute of Plant Maintenance) como iniciativa para eliminar las grandes pérdidas de los equipos y poder ajustarse a la demanda que cada día es más ajustada (Just InTime). Las principales pérdidas de eficiencia que ocasionan mayores problemas son las siguientes: Pérdidas por averías, pérdidas por preparaciones de máquinas, pérdidas por defectos de calidad y pérdidas por puestas en marcha. Implantar correctamente este método lleva inherente la concienciación del personal para la adopción de tareas tanto de control como de seguimiento de las máquinas para un perfecto funcionamiento de ellas. Siendo también uno de los objetivos que el mismo operador sea capaz de resolver un problema menor él mismo [19].

La metodología y los 8 pilares del TPM tienen su origen en Japón, al igual que algunas metodologías ágiles o el método de las 5S. Esta surgió más concretamente en una filial de componentes electrónicos de Toyota, Nippon Denso Co. donde se decretaron los 8 principios en los que se basa este método de trabajo [20] que se pueden apreciar en la Figura 3.

Figura 3. Los 8 Pilares del TPM.



Fuente. Figura de los pilares y base para desarrollar el TPM (Elaboración Propia., 2025).

Los 8 pilares de definen como [20]:

1) Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen, el primero de los 8 pilares del TPM se basa en encontrar oportunidades de mejora a partir de reducir o eliminar desperdicios. Se trata de mejorar continuamente, tratando de llegar a la raíz de los problemas, para crear procesos más eficientes y con menos pérdidas. Permite detectar factores a mejorar y encontrar nuevas soluciones.

2) Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen, enfocado en que los operarios sean los encargados de aplicar tareas de mantenimiento diarias en los equipos con los que trabajan. Limpieza, orden, inspección, reparaciones menores, etc. Todo ello permite mejorar el funcionamiento de la maquinaria, reducir la rotura de piezas o los accidentes de seguridad.

3) Mantenimiento Planificado, el tercer pilar de TPM se basa en planificar adecuadamente mantenimientos regulares según las necesidades de cada máquina. El objetivo de esto es reducir a cero las averías, los defectos de fabricación, los desperdicios, los accidentes y la contaminación. Todo ello permite reducir el costo y el tiempo del mantenimiento, así como también eliminar fallos.

4) Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen, consiste en identificar las diferentes causas de los defectos de fabricación. Problemas de maquinaria, de materiales, de metodología, del personal de operaciones. Cualquier detalle puede reducir la calidad de la producción. El objetivo es integrar todos los detalles para solucionar el problema rápidamente.

5) Prevención del Mantenimiento, el quinto de los pilares de TPM consiste en investigar qué nuevas máquinas pueden ser utilizadas para mejorar la producción. Si es necesario se rediseñarán procesos en favor del aumento de la productividad. La integración de la nueva maquinaria se realizará mediante evaluación teórica, test, pruebas FAT y finalmente la puesta en marcha.

6) Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo, los pilares de TPM deben llevarse también a los procesos administrativos, con el objetivo de lograr el equilibrio en todas las áreas de negocio. El objetivo es tratar de mejorar la eficiencia de los procesos administrativos, la gerencia de la empresa o cualquier otra actividad que tenga efecto sobre la producción.

7) Capacitación y Formación, otro de los pilares de TPM se basa en la correcta instrucción de los trabajadores. Aumentar los conocimientos de los empleados mediante la capacitación, por ejemplo, permite aumentar el valor de la empresa a largo plazo. Esta debe ser polivalente y de acuerdo con las necesidades tanto de la organización como del empleado.

8) Gestión de seguridad y Entorno, el último de los pilares de TPM se centra en construir un entorno que reduzca el

riesgo de accidente para los operarios. Es imprescindible encontrar soluciones seguras que permitan mejorar los tiempos de producción sin poner en riesgo la salud de los empleados. También se debe tener en cuenta el medioambiente y la contaminación.

Los pilares de TPM ofrecen un gran número de ventajas a las organizaciones que deciden implementarlo en sus fábricas. Las más destacadas son [20]:

- Reducir el mantenimiento no planificado
- Evitar paradas de producción imprevistas
- Mejorar la calidad de producción
- Reducir los costes de mantenimiento
- Aumentar la eficiencia de los trabajadores
- Evitar que se desaprovechan recursos
- Reducir los accidentes laborales
- Mejorar el rendimiento de los empleados
- Reducir los costos de producción
- Aumentar la rentabilidad

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aquí se encontrarán los puntos de vista de varios autores que ayudaron a comprender y aplicar las variables de nuestra investigación.

Portal y Salazar [21] mencionan, que cada organización debe desarrollar el programa de TPM ajustado a sus propios requerimientos, de manera que el desarrollo del TPM involucre innovación, mejora continua y el mantenimiento de estándares y la superación de estos.

De acuerdo con López, A. [22] el Mantenimiento Productivo Total es uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en donde el resultado final que persigue es lograr un conjunto de equipos, maquinaria e instalaciones productivas y una reducción de las inversiones necesarias en ellos.

Galarza y Ondina [23] señalan que un programa TPM se lleva a cabo con normalidad en cuatro fases claramente diferenciadas, con unos objetivos propios en cada una de ellas: la preparación, la introducción, la implantación y la estabilización.

Alfaro et al. [24] afirman que el incremento de la automatización de equipos adaptados a las nuevas tecnologías exige la intervención de todos los departamentos técnicos en las compañías; por lo que, se debe tener en cuenta nuevos procedimientos y perspectivas distintas con respecto al mantenimiento; es decir, las empresas requieren encontrar una metodología adecuada para crear una cultura corporativa con la finalidad de obtener una máxima eficiencia global de sus equipos.

Canahua, N. [25] menciona que las publicaciones sobre TPM coinciden en que esta metodología posee una

filosofía de trabajo participativa, cuyo objetivo es maximizar la efectividad de las maquinarias y equipos eliminando errores, defectos y otros fenómenos negativos.

Arrascue y Cabrera [26] llegan a la conclusión que el objetivo del TPM es eliminar todas las formas de gasto de tiempo asociadas a paros en el sistema productivo debido a averías de la máquina, que produce invariablemente un impacto directo en el rendimiento del proceso. Salinas Manrique [27] define que el TPM está orientado a desarrollar un cambio dentro de la organización, que genere mayor productividad para la empresa.

Condezo López [28] habla que existe un mundo tan competitivo que busca la mejora continua en sus empresas disminuyendo tiempos de operación y aumentando la productividad de estas, el enfoque del método TPM es primordial para no quedarse obsoleto en estos tiempos. Según Brotons et al. [19] definen que el TPM es el sistema de gestión del mantenimiento que se centra en la implicación del personal para conseguir eliminar cualquier pérdida al mal funcionamiento o averías.

Huamanchumo y Perez [29] mencionan que las empresas buscan optimizar el uso de las máquinas por lo que requiere que estas estén disponibles para el proceso productivo por lo cual implementan métodos de mantenimiento tales como el TMP, que es una herramienta de soporte, enfocado a la planificación preventiva continua para un mantenimiento con mejoras ascendentes y concluyen en su revisión literaria que el uso del TPM es una herramienta empresarial necesaria, que cumple la ejecución de objetivos en el proceso de mantenimiento que mejoran la disponibilidad de los equipos, obteniendo positivos resultados a las empresas de manufacturas.

Rojas Bravo [30] presenta en su trabajo la revisión sistemática de la literatura científica del TPM en el periodo 2015 – 2020, como esta metodología ayuda a elevar el nivel de eficiencia en una planta de manufactura, mejora la confiabilidad de los equipos, eleva la calidad del producto y también ayuda a inculcar a todo el personal a una cultura basada en la mejora continua. Donde concluye que si existe un impacto de la metodología TPM para incrementar el OEE en las empresas industriales.

CONCLUSIONES

En este artículo se recopiló la información más relevante donde se utilizaron el mantenimiento industrial, el tiempo muerto, el TPM, Seis Sigma y la metodología DMAIC en la industria manufacturera. Gracias a esta observación se obtuvo la correlación que existe entre todas estas metodologías y la importancia de tener un buen equipo de trabajo que se encargue de llevar todos los pasos necesarios para la implementación y continuidad del

Mantenimiento Autónomo, reduciendo significativamente el tiempo muerto que es una de las finalidades de toda empresa manufacturera; coincido con Arrascue y Cabrera [26] que el objetivo del TPM es eliminar todas las formas de gasto de tiempo asociadas a paros en el sistema productivo debido a averías de la máquina.

Como se puede observar con la investigación literaria, tener un buen conocimiento de las variables y como se correlacionan con en el TPM es fundamental para lograr la aplicación del Mantenimiento Autónomo dentro de una empresa, tiene grandes ventajas y beneficios en el que destaca por supuesto lo que interesa de la investigación que es la reducción en el tiempo muerto que a la larga serán provechosos para la empresa donde se llegue a aplicar, claro que para que esto se dé, es necesario contar con el apoyo de todo el equipo involucrado para aplicarlo y mantenerlo.

En base a toda la información recopilada me percaté de la necesidad de unificar las metodologías ya existentes en una sola, utilizando aquellos pasos que, aunque similares entre sí, generan mayor beneficio en su implementación, para lo cual busco crear una metodología que se pueda implementar de una manera global y sistemática evitando así la nulificación entre algunas de las metodologías aquí descritas.

Gracias a la experiencia obtenida laborando en la industria manufacturera, se ve de primera mano, la importancia de evitar la sobrecarga de trabajo en el operador, quien rechaza de manera regular la implementación de un nuevo procedimiento; por lo que buscara mediante un segundo enfoque, abordar de la mejor manera posible, el implementar la nueva metodología global, haciéndolos sentir parte integral del proyecto.

Como líneas de investigación futuras se pretende desarrollar la implementación de la metodología Six Sigma en la organización y analizar el impacto económico y productivo que se lograría con esta investigación. Por otra parte, será interesante analizar la aplicación del mantenimiento predictivo y el mantenimiento basado en confiabilidad como alternativas para seguir mejorando los procesos de la organización.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento al **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez** por el apoyo en el conocimiento desarrollado durante los estudios de Maestría en Ingeniería Industrial, que me permiten seguirme superando. A la **Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SeCiHTI)**, anteriormente CoNaHCyT por el otorgamiento de beca dentro de la convocatoria Nacional de Becas 2023, que permitió realizar estos estudios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alarcón F. Propuesta de Plan de Mejora a la Gestión de Lubricación para el Programa de Mantenimiento de la Planta de Harina de la Pesquera FOODCORP S.A., UTFSM. 2019.
- [2] García S. Ingeniería de mantenimiento – Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. RENOVETEC. 2009-2012.
- [3] Predictiva21. Definiciones Mantenimiento Preventivo. La revista digital de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos. 2021
- [4] Tennant G. Six Sigma: SPC y TQM en manufactura y servicios. 1st Ed. Publicaciones Gower, Ltd., 2001
- [5] González, E. Optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz. Diss. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial. 2020
- [6] Dávila J, Docarmo L, Gosdinski A. y Moncada P. Propuestas para la mejora de la productividad en el servicio de mantenimiento correctivo de equipos hospitalarios. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. 2018
- [7] Pulido H y de la Vara R. Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. 2013
- [8] Park S. Six Sigma for Quality and Productivity Promotion, ©APO. 2003, ISBN: 92-833-1722-X.
- [9] Navarro A, Gisbert E y Pérez A. Metodología e implementación de Six Sigma. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial. 2017. p. 73-80.
- [10] De Mast J and Lokkerbol J. "An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving". International Journal of Production Economics 139(2). 2012. p. 604–614.
- [11] Mason SE, et al. The use of Lean and Six Sigma methodologies in surgery: A systematic review, The Surgeon. 2014
- [12] Aguirre R. "Gestión del mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de las maquinarias y equipos diversos de la empresa Remap SAC-Lima.". 2015
- [13] Vidal B, Soler V y Molina A. Metodología Six Sigma. Comparación entre ciclo PDCA y DMAIC. In Cuadernos de investigación aplicada. 3ciencias. 2018. p. 27-34.
- [14] Novazen. Seis Sigma. Novazen Consulting Solutions [Internet]. 2024. Disponible en: <https://novazen.mx/lean-6-sigma/seis-sigma/>
- [15] Montgomery D. Introduction to Statistical Quality Control. 7th ed. Wiley. 2012
- [16] Pérez L, Pérez J, García L y Gómez P. "Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad", Mundo Fesc, vol. 10, no. 19, 2020. p. 55-66.
- [17] Vega D. Implementación de estructura y metodología de seis sigma para proyecto de mejora en reducción de tiempo muerto en la planta. 2017.
- [18] Matias C. Propuesta de un Sistema de Verificación continua de procesos, Caso: Covidien una empresa Medtronic, San Isidro, R.D 2016-2017. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- [19] Brotons F, Soler V y Bernabeu E. Método TPM para la mejora y eficiencia de la producción. Cuadernos de investigación aplicada 3ciencias. 2018. p. 35-40.
- [20] Comunidad Empresas. ¿En qué consisten los 8 pilares de TPM? [Internet]. 2024. Disponible en: <https://ce.entel.cl/articulos/pilares-de-tpm>
- [21] Portal E y Salazar P. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios PUNRE SRL, Cajamarca. 2016.
- [22] López E. El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. 2009.
- [23] Galarza G y Ondina Z. Diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la calidad del servicio de mantenimiento de motos en el Taller Mototécnica Maxi SAC, Lima. 2018.
- [24] Alfaro A, Sarmiento J y Huallpachoque R. Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. INGnosis, 5(2). 2019. p. 126-138.
- [25] Canahua N. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. Industrial data, 24(1). 2021. p. 49-76.
- [26] Arrascue G y Cabrera J. Modelo de Gestión de Mantenimiento para reducir los retrasos en la línea de producción de una pyme textil productora de fibra poliéster en Lima-Perú, aplicando herramientas del Lean Manufacturing, SMED y tres pilares del TPM. 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/657116>
- [27] Salinas E. Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento, en la empresa compañía peruana de ascensores SA. 2017.
- [28] Condezo G. Implementación de la metodología TPM para mejorar la productividad del proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de maquinaria pesada de construcción con la empresa Cosapi SA Lima. 2019
- [29] Huamanchumo V y Perez J. Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. Una revisión de la literatura. 2021.
- [30] Rojas L. Análisis de las experiencias de metodología TPM para incrementar el OEE en las empresas industriales de producción durante los últimos diez años. 2022.
- [31] Corral V. Metodología DMAIC. Academy SYS [Internet]. 2023. Disponible en: <https://academy.dpsys.com.mx/metodologia-dmaic/>

Tabla de Roles de Contribución

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Esparza Contreras Irving Andrés (principal), Valles Chávez Adán (que apoya)
Curación de datos	Poblano Ojinaga Eduardo Rafael
Metodología	Valles Chávez Adán (igual), Pinto Santos Jorge Adolfo (igual)
Administración del Proyecto	Pinto Santos Jorge Adolfo
Recursos	Esparza Contreras Irving Andrés (principal), Valles Chávez Adán (que apoya)
Software	Esparza Contreras Irving Andrés
Supervisión	Valles Chávez Adán
Validación	Poblano Ojinaga Eduardo Rafael
Visualización	Pinto Santos Jorge Adolfo
Redacción	Esparza Contreras Irving Andrés (principal), Valles Chávez Adán (que apoya)
Escritura - Preparación del borrador	Esparza Contreras Irving Andrés (principal), Gómez Zepeda Perla Ivette (que apoya)
Escritura - Revisión y edición	Pinto Santos Jorge Adolfo (igual), Gómez Zepeda Perla Ivette (igual)



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.