

Impact of Autonomous Maintenance on the Implementation of the TPM Program

Impacto del mantenimiento autónomo en la implantación del programa TPM

Juan Carlos, CUELLAR-MONTES¹

¹*Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, Av. Tecnológica #137, Cuauhtémoc, Chihuahua, México, C.P. 31500. (0009-0009-8603-7691)*

Sent date: 30/June/2024 Acceptance date: 30/November/2024

Abstract:

In this applied research, an autonomous maintenance plan is implemented with the TPM methodology, and it is evaluated if it significantly benefits a pilot area with production problems due to failures and deficiencies in the process. The main objectives are the initial evaluation of the pilot area, design and application of the TPM methodology and the evaluation of the situation of the pilot area with the application of the ongoing methodology. It is necessary to adapt an autonomous maintenance system appropriate to its needs. Once the project was designed, the implementation proceeded with the help of tools such as failure formats for initial measurements, autonomous maintenance formats and audits to evaluate the degree of compliance. of the program in addition to intensive training. As a result of these measures, a significant improvement in the conditions of the equipment and a reduction in the frequency of failures was observed compared to the initial measurements. The plant experienced greater operational efficiency and an increase in equipment reliability, meeting established project objectives.

Keywords: TPM, 5s, Auditorias, Mantenimiento autónomo, Mejora continua.

Resumen:

En la presente investigación aplicada se implanta un plan de mantenimiento autónomo con la metodología TPM y se evalúa si está beneficia significativamente un área piloto con problemas de producción debido a fallos y deficiencias en el proceso. Los principales objetivos son la evaluación inicial del área piloto, diseño y aplicación de la metodología TPM y la evaluación de la situación del área piloto con la aplicación de la metodología en curso. Se necesita adaptar un sistema de mantenimiento autónomo adecuado a las necesidades de esta, una vez diseñado el proyecto se procedió a la implantación con ayuda de herramientas como formatos de fallas para las mediciones iniciales, formatos de mantenimiento autónomo y auditorias para evaluar el grado de cumplimiento del programa además de capacitaciones intensivas. Como resultado de estas medidas, se observó una mejora significativa en las condiciones de los equipos y una reducción en la frecuencia de fallas comparado con las mediciones iniciales. La planta experimentó una mayor eficiencia operativa y un incremento en la fiabilidad del equipo, cumpliendo con los objetivos establecidos del proyecto.

Palabras clave: TPM, 5s, Auditorias, mantenimiento autónomo, mejora continua.

**Corresponding author. E-mail 13610348@itcdcuauhtemoc.edu.mx*

1. Introducción

El proyecto “impacto del pilar del mantenimiento autónomo en la implementación del programa TPM” (Mantenimiento Productivo Total) fue desarrollado en una empresa local que se encuentra ubicada en la ciudad de Cuauhtémoc Chihuahua México. Su función es la fabricación de tubería de sistemas de riego. La implantación de esta metodología surgió por las necesidades del área de ensamble de tubería (área de soldadura) la cual tiene problemas de efectividad en la producción ya que la producción muchas veces se interrumpe por fallos inesperados los cuales resultan en paros prolongados en la fabricación y muchas veces los productos tienen defectos de calidad debido a las condiciones de las máquinas, el presente documento se enfoca en el mantenimiento autónomo y como éste beneficia a la línea de producción. Sacristán (2001) afirma que la fase de toma de decisiones por parte de la dirección es crucial para el proyecto, ya que se centra en la construcción del mismo desde el comité directivo y la estrategia que se adopte para ello.

El Mantenimiento Autónomo es un enfoque de gestión de mantenimiento que se basa en la participación de los operadores y personal de producción en la identificación, ejecución y gestión de tareas de mantenimiento rutinarias en sus áreas de trabajo. Este enfoque se originó en Japón y es uno de los ocho pilares del Sistema de Producción de Toyota, también conocido como Lean Manufacturing. Solís y Torres (2021) concluyen en su investigación que según los datos estadísticos tres variables explican el 38.3% de la variable latente de beneficios de productividad Implementación de TPM (16.4%), compromiso gerencial (16,2%) e implementación de PM (5.7%).

Los antecedentes se pueden rastrear hasta las décadas de 1950 y 1960 en Japón, cuando las empresas manufactureras buscaban formas de mejorar la eficiencia y la productividad de sus operaciones. En ese momento, Japón estaba en proceso de recuperación económica después de la Segunda Guerra Mundial y las empresas buscaban formas innovadoras de competir en el mercado global.

El mantenimiento autónomo se basa en una serie de principios fundamentales que guían su implementación y práctica. Estos principios son:

Participación activa de los operadores: Los operadores son capacitados y empoderados para que sean responsables del cuidado y mantenimiento de los equipos en su área de trabajo. Se les involucra activamente en la identificación, solución y prevención de problemas en los equipos, Sacristán (2001) afirma que el cambio representa el mayor desafío para cualquier directivo involucrado en él.

Prevención de problemas: el enfoque del mantenimiento autónomo se centra en la prevención de problemas y fallas en lugar de la reparación o corrección después de que ocurran. Se busca

identificar y solucionar las causas raíz de los problemas para evitar su recurrencia, Carrillo et al. (2019). Afirma que cualquier proceso de mejora continua debe fomentar que las condiciones laborales se den de forma que se minimicen gradualmente los retrasos, las pérdidas de operatividad y cualquier tipo de fallo.

Limpieza y orden (5S): Se promueve la práctica de mantener un ambiente limpio y ordenado en el lugar de trabajo como base para la prevención de problemas y el mantenimiento efectivo de los equipos. Esto implica la implementación de las 5S: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (disciplina), Cardona (2015) afirma que es fundamental contar con fundamentos sólidos que sirvan para establecer los pilares de TPM y asegurar su sostenibilidad. Una de las bases más utilizadas para ello son las 5S.

Inspección y monitoreo: Se promueve la realización regular de inspecciones y monitoreo de los equipos por parte de los operadores para identificar posibles problemas o desviaciones en su desempeño. Se fomenta el uso de herramientas como listas de verificación, registros y gráficos de monitoreo, Hernández et al. (2015) concluye en su investigación que los riesgos relacionados con las instalaciones se redujeron gracias a la implementación de las 5S y a la habilitación de nuevos espacios para almacenar la materia prima utilizada en el proceso de producción.

Mantenimiento autónomo estructurado: Se establece un proceso estructurado de mantenimiento autónomo que incluye la identificación y ejecución de actividades de limpieza, inspección, lubricación, apriete, ajuste, cambio de piezas, entre otros, realizadas de manera autónoma por los operadores, Cardona (2015) afirma que reconocer y gestionar los obstáculos al cambio es un aspecto clave para la correcta implementación del modelo TPM. No hay una fórmula única para hacerlo; depende de la creatividad, los recursos y el ingenio de los líderes para abordar estos desafíos.

Mejora continua: El mantenimiento autónomo es parte de una cultura de mejora continua, en la que se busca la identificación y eliminación de las causas raíz de los problemas, la búsqueda constante de oportunidades de mejora en los equipos y procesos, y la implementación de soluciones efectivas, Marín et al. (2010) concluye que la mayoría de las organizaciones no logra implementar con éxito el modelo TPM, posiblemente debido a la falta de consideración de las causas de fallos que surgen en cada etapa de su desarrollo.

2. Materiales y Métodos

La implementación de la metodología TPM en esta área piloto específicamente, nace de la necesidad de mejorar el proceso de fabricación y tener una mejor confiabilidad en los equipos, al ser una área creada originalmente en la empresa y con las necesidades que requiere nuestro proceso de fabricación, se creó un programa especial de mantenimiento autónomo adaptada a la línea de fabricación la cual es área piloto, en la Figura 1 se puede observar las actividades a realizar en el programa en Figura 2 que más adelante serán detalladas.



Figura 1. Actividades a realizar.

La evaluación antes y después de la aplicación de la herramienta TPM, se realizó mediante formatos de auditorías y rutinas de inspección de mantenimiento autónomo además de *check list* de mantenimiento previo a la implementación del mantenimiento autónomo. Se utilizó un software para llevar estos registros y por último se utilizó esta información para realizar las gráficas y así presentar la información de una manera más práctica, dado que los resultados son cuantitativos se especificará si el cambio es positivo o negativo y con esto se confirmará la hipótesis planteada, Marín y Martínez (2013) concluyen que la dificultad de implementar el modelo TPM radica en la influencia de diversas barreras que afectan su desarrollo, especialmente en situaciones donde este se lleva a cabo de manera inadecuada.

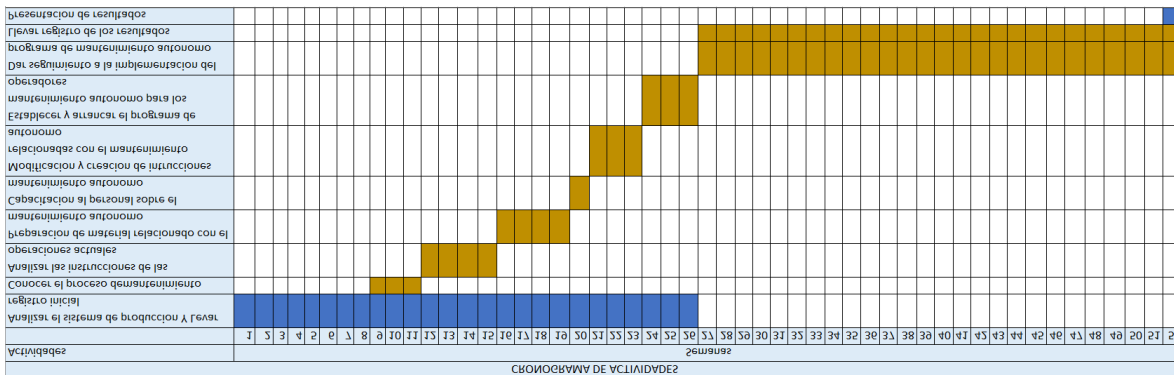


Figura 2. Cronograma de actividades.

- Analizar el sistema de producción y llevar un registro inicial:
 - Conocer las normas y reglas de la empresa.
 - Conocer a detalle el área piloto.
 - Conocer los documentos relacionados con el proyecto.
 - Llevar un registro inicial de las variables de interés como tiempos muertos fallas, etc. (Formatos en anexos).

El área piloto es una pequeña área de la empresa que se encarga de la realización de tubería de sistemas de riego, se estudió a detalle el área piloto y las condiciones iniciales de la maquinaria necesaria para desempeñar las actividades. Los documentos relacionados con el mantenimiento y otros elementos no se encontraron o estaban obsoletos así que se procedió a crear formatos que fueran útiles en la implementación del proyecto. En este primer acercamiento con los sistemas de producción se decidió llevar un registro para medir la efectividad de los equipos y así una vez implementado comparar los resultados y ver el grado de mejora en el área piloto, Lévano (2021) en su estudio recomienda determinar el momento adecuado para implementar el TPM es crucial. Si la directiva de la organización o los operarios no están predispuestos o están enfocados en otras actividades, sería recomendable posponer la implementación.

2. Conocer el Proceso de Mantenimiento:

- Conocer a detalle las actividades que se desarrollan en el área de soldadura para producir el producto, desde la materia prima hasta el producto final.
- Conocer los elementos de cada una de las máquinas para comprender su funcionamiento y cuidado.
- Conocer bien el área piloto en donde se va a aplicar el mantenimiento autónomo es indispensable, así que se estudió a detalle el proceso de fabricación. Así como las actividades que se desarrollan en el área de trabajo, para esto también fue necesario conocer a fondo las diferentes máquinas que se utilizan para elaborar los sistemas de riego y sus elementos indispensables y cuidados básicos.

3. Conocer el Proceso de Mantenimiento Correctivo y Preventivo:

- Conocer el tipo de mantenimiento que se le da a las diversas maquinas en el departamento de soldadura.
- Conocer a detalle los elementos más delicados de las máquinas.
- Conocer cada cuanto tiempo se les da mantenimiento a las máquinas.
- Plantear el tipo de mantenimiento que le puede dar el operador sin tener que involucrar al departamento de mantenimiento.

Es indispensable el conocer las condiciones iniciales en las que se encuentra la maquinaria y el sistema de mantenimiento utilizado actualmente en la empresa para empezar a plantear un sistema de mantenimiento autónomo enfocado. Además de conocer hasta qué punto se involucra el operador con el mantenimiento de la máquina y que tipo de acciones correctivas está autorizado a hacer sin exponer su seguridad o comprometer la maquinaria.

4. Analizar las Instrucciones de Operación Actuales:

- Conocer los procedimientos en el área de soldadura
- Conocer las instrucciones de trabajo del operador

Para empezar a realizar el sistema de mantenimiento autónomo de los operadores es necesario conocer todos los procedimientos en el área piloto, así como las instrucciones de trabajo actuales y la forma en que se manejan estas. A partir de ahí se empezará a elaborar un sistema de mantenimiento autónomo enfocado especialmente a las necesidades de esta área.

Como parte de la preparación antes de que de inicio la implementación del programa se trabajó con los soldadores del área de interés durante una semana para observar la forma como desarrollan su trabajo y ver los puntos donde se debe incluir el mantenimiento autónomo.

5. Preparación del Material Relacionado con el Mantenimiento Autónomo:

- Leer libros con material sobre el TPM y enfocarse en el mantenimiento autónomo.
- Recabar la información más importante de cada libro.
- Elaborar presentación para explicar lo que se pretende hacer con el proyecto a los operadores.
- Elaborar programas de mantenimiento autónomo para las diversas máquinas.
- Modificar rutinas de mantenimiento.
- Elaborar rutinas de mantenimiento y *Check list*.

Para complementar el sistema de mantenimiento autónomo que se creó, se investigó literatura correspondiente al tema y se recolectó la información más importante, con esta información se hizo una presentación para capacitar a los operadores e informar los motivos del por qué se implementaba y como deberían utilizar los formatos y las nuevas instrucciones de trabajo, se modificaron algunas rutinas existentes y se elaboraron nuevas enfocadas a cada una de las máquinas como puede verse en la Figura3 la cual muestra una rutina de limpieza de mantenimiento autónomo de una de las máquinas de soldadura del área piloto.

Rutina de limpieza 5s/Mantenimiento Autónomo													
Maquina													
Operador													
Mes													
Descripcion	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Estructura													
Botonera													
Carcasa													
sistema electrico													
Cable alimentador de energia en buen estado													
Perilla selectora en buen estado													
Interruptor en buen estado													
Cable de tierra en buen estado													
Mordaza de tierra en buen estado													
Pistola y porta electrodo en buen estado													
Mangueras y regulador en buen estado													
Ovservaciones del operador													
												Corregida	

Figura 3. Formato de mantenimiento autónomo.

6. Capacitación al Personal Sobre el Mantenimiento Autónomo:

- Reunir al personal del área de interés para explicar los beneficios del mantenimiento autónomo.
- Explicar cada uno de los formatos.
- Capacitación sobre cómo utilizar formatos existentes.
- Explicar cómo llevar a cabo las nuevas actividades.

Se cubrió en su totalidad los objetivos planteados y los operadores se vieron comprometidos con los propósitos de esta metodología y solo se explicó cómo se utilizarían los nuevos documentos de mantenimiento, así como la nueva forma de trabajo, Canahua (2021) en su estudio concluyen que la aplicación de la metodología TPM-Lean Manufacturing resulta útil para diagnosticar el estado actual y para identificar y proponer alternativas que permitan mejorar un proceso de fabricación.

7. Modificación y Creación de Instrucciones Relacionadas con el Mantenimiento Autónomo:

- Elaborar nuevos formatos y estándares para el cumplimiento de las actividades del mantenimiento autónomo.
- Estandarizar área piloto.
- Se estandarizo la maquinaria y se terminó de detallar el documento de mantenimiento enfocado a cada máquina.

Obeso et al. (2020) concluye en su investigación aplicada que hay una relación inversa entre la productividad y tanto la cantidad como el tiempo dedicado a las reparaciones.

8. Establecer y Arrancar Programa de Mantenimiento Autónomo Para los Operadores:

- Elaborar manual con ayudas visuales para apoyar a las auditorías.
- Explicar a los operadores el sistema de limpieza de mantenimiento autónomo.
- Cuidar que los sistemas de mantenimiento autónomo se estén llevando a cabo.

Una vez elaborados los procedimientos se procedieron a implementarlos en el área de producción para esto se volvió a explicar a los operadores en qué consistía el formato y su objetivo además de darle un seguimiento de cumplimiento, recordándole siempre al operador la importancia de este nuevo sistema, Castillo et al. (2018) señala que el propósito de un programa de mantenimiento planificado es diseñar un sistema eficiente para ejecutar intervenciones de mantenimiento previamente organizadas.

9. Dar Seguimiento a la Implementación del Programa de Mantenimiento Autónomo:

- Checar que el sistema de limpieza autónomo se esté llevando a cabo.
- Checar que el formato este llenado de manera correcta en cada una de las máquinas, de lo contrario se le llamara la atención a los involucrados.
- Realizar auditorías para evaluar el grado de cumplimiento de las actividades.

Una vez implementado el sistema se dio seguimiento en todo momento de las actividades, la resistencia al cambio fue un factor importante ya que los operadores no estaban

acostumbrados a una forma diferente de llevar sus actividades diarias, pero se logró superar poco a poco. Los formatos se empezaron a hacer familiares para los operadores y se empezó a implementar gradualmente. Los resultados de las auditorías fueron mejorando poco a poco y se empezaron a ver cambios notables en las condiciones de las máquinas, Los resultados de Guillén y Depaz (2023) indican que la implementación exitosa del TPM depende de la participación activa de todos los niveles jerárquicos de la empresa, ya que supone un cambio cultural que exige el compromiso y la colaboración de todos los empleados.

10. Llevar Registro de los Resultados:

- Llevar un registro del sistema de limpieza autónomo.
- Corroborar con ayuda de las auditorías 5's que todo se está llevando correctamente.
- Llevar el registro de los resultados de cada auditoría.

Para ver si se ha ido mejorando en cuanto a las condiciones de las máquinas es necesario un registro el cual se lleva a cabo con las auditorías 5's documento en el cual se sustenta el mantenimiento autónomo, cada resultado se pone en forma de gráfica, con una línea de tiempo de los resultados anteriores, además del registro anterior a implementar el programa y después de implementarlo comparándolos de manera gráfica y viendo el grado de mejora de las condiciones del área piloto, López (2009) afirma que es crucial comprender la importancia de aplicar todas las 5S sin excepción. Si solo se implementan las tres primeras (Seiri, Seiton y Seiso) pero no se fomenta la disciplina, se perderá el esfuerzo y el tiempo invertido, ya que todo regresará al desorden original.

3. Resultados y Discusión

Evolución del área piloto antes y después de la implementación del proyecto:

Al comienzo del proyecto el área piloto contaba con deficiencias notables que fueron disminuyendo con el tiempo, aun no se eliminan por completo en su totalidad, pero hay una mejora en la confiabilidad de los equipos y el personal como puede verse en las Figura 4.

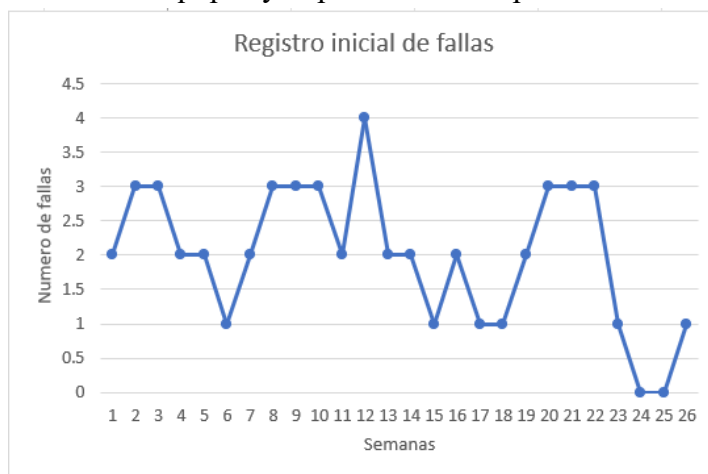


Figura 4. Grafica de registro inicial de fallas.

Al inicio del proyecto era común tener fallas todas las semanas, como puede verse en la Figura 5 que detalla las mediciones iniciales, como puede verse solo dos semanas no tuvieron incidentes, dando un total de 52 fallas al final de la medición del periodo. Condezo (2020) en su estudio concluye que el mantenimiento preventivo, aplicado como filosofía en las empresas, ayuda a aumentar la productividad al reducir las demoras causadas por fallas.



Figura 5. Grafica de registro final de fallas.

Después de la implementación del mantenimiento autónomo en el área piloto pudo verse una mejoría en cuanto a los reportes de fallas como lo muestra la Figura 5, quedando en un total de 22 fallas al final de la medición del periodo.

En cuanto a piezas defectuosas el proyecto empezó con un total de 15 durante el periodo inicial de medición como puede verse en la Figura 6:



Figura 6. Grafica de registro inicial de piezas defectuosas.

En el periodo final de mediciones se observó una disminución significativa en el número de piezas defectuosas como lo muestra la Figura 7, logrando disminuir el número de defectos de un total de 15 a 9 piezas:



Figura 7. Grafica de registro final piezas defectuosas.

Durante la implementación del mantenimiento autónomo pudo observarse una mejoría que se obtuvo poco a poco, este es un proceso muy largo para llegar a una implementación final efectiva. Afortunadamente se ha podido corregir detalles a tiempo en la forma de trabajar para que el proyecto tenga buenos resultados, el dialogo con la gente y las sugerencias de los operadores fueron de vital importancia en este proyecto.

Los resultados de investigaciones similares como la de Guillen y Depaz (2024) indican que gracias a la implantación del TPM se consiguió una reducción notable en el tiempo de inactividad de equipos y maquinarias, lo que resultó en un aumento de la eficiencia productiva y una mejora en la capacidad para cumplir con los plazos de entrega de los productos.

Los resultados obtenidos en este periodo son buenos y denotan una mejoría en la situación del área piloto, lo cual indica que el proyecto es funcional. Los resultados no eliminaron las fallas en su totalidad, pero con el tiempo se espera perfeccionar el proyecto, García (2011) afirma que una implementación inadecuada del TPM puede llevar al riesgo de enfrentar las seis grandes pérdidas.

4. Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados del área piloto se puede observar que Implementar un sistema de mantenimiento autónomo era necesario. Se cumplieron así los objetivos del proyecto como lo era tener una medición inicial del área piloto, la creación de un sistema de mantenimiento autónomo adaptado especialmente y se logró una mejora al implantarse esta metodología cumpliendo así todos los objetivos y logrando una mejora en el área en cuestión. La implementación de este programa resulto esencial para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad.

Involucrar a los empleados activamente en el cuidado y la optimización de los equipos no fue una tarea fácil de implementar ya que la mayoría de los empleados estaba acostumbrado

a una determinada forma de trabajo, lo cual generó una resistencia al cambio, un desafío común al implementar un sistema de mantenimiento autónomo en una empresa.

Algunos empleados se sintieron inseguros y preocupados por los cambios en sus roles y responsabilidades, especialmente porque estaban acostumbrados a un enfoque más tradicional de mantenimiento en donde todas las responsabilidades de las máquinas estaban a cargo de un departamento diferente como lo es el área de mantenimiento. Además, surgieron temores sobre la capacidad para adaptarse a nuevas prácticas y tecnologías, así como preocupaciones sobre la carga de trabajo adicional, en la Figura 8 puede verse como se empezó a realizar el correcto aprovechamiento del espacio acomodando de una manera adecuada las piezas a trabajar.



Figura 8. Piezas de tubería.

Para superar esta resistencia fue necesario dar un seguimiento constante y hacer correcciones sobre el proceso de la implementación del programa además de comunicar de manera efectiva los beneficios del sistema de mantenimiento autónomo, proporcionar capacitación adecuada y apoyo continuo, en la Figura 9 puede verse como el material se empieza a acomodar de una manera adecuada señal de que se están siguiendo las indicaciones por parte de los operadores.



Figura 9. Flanch de tubos.

Durante este proceso también se escuchó a los empleados con sugerencias para mejorar el proceso ya que ellos son los que conviven más directamente con él. Hasta el momento los resultados son mejores que en un inicio, como puede verse en la Figura 10 las máquinas se encuentran en mejor estado, limpias y con sus chequeos de mantenimiento autónomo como lo son chequeos de ruidos, baleros en mal estado, pizas defectuosas y repuestos.



Figura 10. Maquinas en buen estado.

El proyecto consta de algunas limitaciones ya que requiere mucho más tiempo para ver un resultado adecuado ya que hay muchos factores que pueden alterar estas mediciones como las temporadas altas o bajas en la producción ya que esta área no consta de una producción fija siempre va variando con respecto a los pedidos de los clientes y esto genera mediciones muy diversas a lo largo del tiempo. Como puede verse en los capítulos anteriores el proceso aun no es perfecto, pero ha tenido una significativa reducción de fallas y tiempos muertos los cuales esperamos sigan mejorando con el tiempo y durante este proceso de cambio también ir mejorando el programa e ir adaptándolo cada vez mejor a las necesidades de la empresa.

5. Referencias

- Canahua, N. (2021). 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. *Revista Industrial Data*, 24(1), 49-76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Cardona M, D. L. (2015). Estudio de Casos de Implantación Exitosa de Tpm en Industrias. (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. <https://core.ac.uk/download/pdf/47250332.pdf>
- Castillo-Flores, Ángela Liliana, Fernández-García, Luis Guillermo y Ángel Resendiz, Luis Alfredo. (2018). Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas, *Revista de Ingeniería Industrial*. (Vol.2) No.4, 29-35.
- Carrillo, M., Alvis-Ruiz, C., Mendoza-Álvarez, Y. Y., & Cohen-Padilla, H. (2019). Lean Manufacturing: 5S y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa

- metalmecánica en Cartagena, Colombia. *Signos, - Investigación en Sistemas de Gestión*, 11(1), 71-86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2019.0001.04>
- Condezo, G. (2020). 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 S. A., Lima, 2019 [tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Perú]. Repositorio Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/23482>
- García Alcaraz, Jorge Luis. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total, *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. (núm. 60),129-140.
- Guillen-Sanchez, J. S., y Depaz - Paucar, A. M. (2024). Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: una breve revisión de literatura. *SIGNOS - Investigación En Sistemas De gestión*, 16(1). <https://doi.org/10.15332/24631140.8807>
- Hernández Lamprea, Eileen Julieth, Camargo Carreño, Zulieth Melissa, & Martínez Sánchez, Paloma María Teresa. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(1), 107-117. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052015000100013>
- Lévano, M. (2021). Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano. [Tesis de ingeniería, Universidad ESAN]. Repositorio ESAN. <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/605536d1-b3f0-47e1-8735-837fafdbec08/content>
- López, E. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. Universidad Javeriana, 1–136. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7276>
- Marín-García, J. A., & Martínez, R. M. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9(3), 823–853. Barriers and facilitators of the TPM implementation | Marin-Garcia | Intangible Capital
- Marín García, J. A., Perello Marin, M. R., Maheut, J., & Vidal Carreras, P. (2010). Causas de fallo en la implantación del TPM y modelo de puesta en marcha integrador. *Working Papers on Operations Management Vol 1, N° 1* (12-17). View of Causas de fallo en la implantación del TPM y modelo de puesta en marcha integrador (upv.es)
- Obeso Alfaro, A. P., Yaya Sarmiento, J. J., & Chucuya Huallpachoque, R. C. (2020). Implementación del mantenimiento productivo total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. *INGnosis*, 5(2), 126–138. <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1596>
- Sacristán, R. F. (2001). *Mantenimiento total de la producción. Proceso de implantación y desarrollo*, Fundación Confemetal editorial. Madrid.

Solís-Meza, M., & Torres-Rodríguez, R. (2021). Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8 Ed. esp.), 58-78.