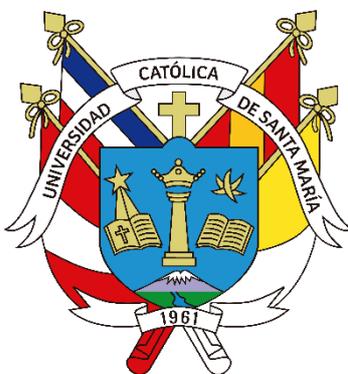


Universidad Católica de Santa María
Escuela de Postgrado
Maestría en Ingeniería de Mantenimiento



**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA
FILOSOFÍA TPM PARA EL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTA MARÍA, 2024”**

Proyecto de Tesis presentada por el Bachiller:

Contreras Zeballos, Jonathan Luis

ORCID: 0009-0003-0220-8649

para optar el Grado Académico de **Magister en Ingeniería de Mantenimiento**

Asesor (a):

Maestro o Mg. o Dr. Apellidos, Nombres

ORCID: 0000-0000-0000-0000

Arequipa - Perú

2024

ÍNDICE

I: PREÁMBULO	6
1.1. Datos del Proyecto:	6
1.2. Datos de los Investigadores.....	6
II: PLANTEAMIENTO TEÓRICO	7
1. Problema de Investigación	7
1.1 Enunciado del Problema:	7
1.2. Formulación del problema.	10
1.2.1. Problema general.....	10
1.2.2. Problemas específicos.	10
1.3. Descripción del problema.	10
1.3.1. Tipo de investigación.	10
1.3.2. Métodos de investigación.....	10
1.4. Justificación de la investigación.	11
2. Marco Teórico y Conceptual	12
2.1. Bases teórico científicas	12
2.1.1. Introducción al Mantenimiento Productivo Total	12
2.1.2. Definición Mantenimiento productivo total	12
2.1.3. Objetivos del Mantenimiento productivo total.....	13
2.1.4. Características del Mantenimiento productivo total.....	13
2.1.5. Pilares del Mantenimiento productivo total	14
2.1.6. El Mantenimiento Autónomo.....	16
2.1.7. Objetivos del Mantenimiento Autónomo	17
2.1.8. Desarrollo del Mantenimiento autónomo.....	17
2.1.9. Indicadores del Mantenimiento Autónomo.....	18
2.1.10. Mantenimiento Planificado	18
2.1.11. Indicadores del Mantenimiento Planificado.....	18
2.1.12. Gestión de Mantenimiento	19
2.1.13. Plan de Mantenimiento.....	19
2.1.14. Indicadores de la Gestión de Máquinas y Equipos.....	19
2.1.15. Laboratorio.....	20

2.1.16. Descripción de las máquinas del laboratorio área de ingeniería	20
2.2. Definición de términos básicos	24
3. Análisis de Antecedentes Investigativos	25
4. Formulación de los objetivos.	27
4.1. Objetivo general	27
4.2. Objetivos específicos.....	27
5. Hipótesis. 28	
5.1. Hipótesis general.	28
6. Operacionalización de Variables.	28
6.1. Variables. 28	
6.2. Dimensiones.	28
6.2.1. Dimensiones del Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM.....	28
6.2.2. Dimensiones de la Gestión de los equipos y máquinas.	29
III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	31
1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	31
2. Campo de Verificación.	31
2.1. Ubicación Espacial.....	31
2.2. Ubicación Temporal.....	31
2.3. Unidades de Estudio.....	31
3. Técnicas de procedimiento y análisis de datos.	32
3.1 Ética investigativa.	32
IV: CRONOGRAMA DE TRABAJO	33
V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Equipos y máquinas del laboratorio de Producción de la UCSM.	31
----------------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Los 8 Pilares TPM	16
Figura 2 Etapas del Mantenimiento Autónomo	17
Figura 3 Fases del Mantenimiento Planificado	18
Figura 4 Torno Paralelo	21
Figura 5 Fresadora Universal	21
Figura 6 Máquina Taladradora.....	22
Figura 7 Esmeril de Banco.....	22
Figura 8 Tornillo de Banco	23
Figura 9 Máquina de Soldar por Arco Eléctrico	24
Figura 10 Compresor de Aire.....	24

I: PREÁMBULO

1.1. Datos del Proyecto:

- ***Título del Proyecto:***

Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la filosofía TPM para el Laboratorio de Producción de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María, 2024

- ***Línea de Investigación:***

Ingeniería de Mantenimiento.

- ***Tipo de Investigación:***

Por su finalidad: Investigación de campo y exploratorio.

Por su profundidad: Explicativo, verificable y circunstancial.

Localización donde se ejecutará el proyecto: Laboratorio de Producción del Programa Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa.

- ***Duración del Proyecto:***

12 meses.

1.2. Datos de los Investigadores

- ***Tesista:***

Contreras Zeballos, Jonathan Luis

- ***Asesor/a:***

II: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de Investigación

1.1 Enunciado del Problema:

A nivel global, la seguridad, la confiabilidad y la rentabilidad de las operaciones industriales y de infraestructura a nivel mundial dependen de una gestión eficiente del mantenimiento de equipos e infraestructuras. Sin embargo, estamos lidiando con problemas importantes que afectan la productividad y eficacia del mantenimiento. Para mejorar la gestión del mantenimiento y garantizar el funcionamiento óptimo de los activos, se deben abordar algunos de los problemas más urgentes, como el envejecimiento de la infraestructura, los costos económicos de las fallas de equipos, la falta de habilidades especializadas y la necesidad de adaptarse a los avances tecnológicos.

Los costos operativos aumentan, los riesgos de seguridad y medioambiental aumentan y la competitividad empresarial disminuye como resultado de una gestión deficiente del mantenimiento. La necesidad de investigaciones interdisciplinarias para crear soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar la eficiencia y efectividad del mantenimiento a nivel mundial es urgente debido a esta situación. Para abordar estos desafíos de manera efectiva y promover el desarrollo sostenible a largo plazo, es esencial adoptar un enfoque integral que integre conocimientos técnicos, de gestión y tecnológicos.

Hay muchas cosas que impiden la implementación de prácticas de TPM, como la resistencia a los cambios organizacionales, la falta de recursos financieros y técnicos y la falta de una cultura de mantenimiento proactivo. Como resultado, muchas empresas en todo el mundo siguen empleando enfoques de mantenimiento reactivos, lo que aumenta los costos de operación, reduce la confiabilidad de los activos y aumenta la probabilidad de fallas imprevistas. Además, la falta de una estrategia integral de TPM dificulta la mejora continua y la optimización de los procesos de producción, lo que limita el potencial de crecimiento y competitividad de las organizaciones en un entorno empresarial cada vez más competitivo y globalizado. En consecuencia, se requiere un enfoque global coordinado y colaborativo para superar los desafíos y promover una mayor adopción de TPM. Esto permitirá mejorar la gestión de activos, aumentar la eficiencia operativa y promover el desarrollo sostenible a nivel mundial.

En América latina, el mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) podría mejorar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los activos, pero todavía no se ha implementado adecuadamente en América Latina. La

mayoría de las empresas en la región tienen dificultades significativas para adoptar y aplicar prácticas de TPM debido a la falta de recursos financieros, capacitación especializada y una cultura organizacional adecuada. En consecuencia, muchas empresas industriales y de infraestructura en América Latina siguen empleando métodos de mantenimiento reactivos, lo que aumenta los costos operativos, aumenta la probabilidad de fallas imprevistas y reduce la confiabilidad de los activos.

Además, la falta de una estrategia integral de TPM dificulta la mejora continua y la optimización de los procesos de producción, lo que limita el potencial de crecimiento y competitividad de las empresas de la región en un contexto global cada vez más exigente. Es necesario abordar los desafíos y fomentar una mayor adopción de TPM en América Latina para mejorar la gestión de activos, aumentar la eficiencia operativa y promover el desarrollo sostenible.

En el Perú, debido a una variedad de factores, muchas empresas y organizaciones en el país enfrentan dificultades significativas para adoptar y aplicar prácticas de TPM. Estos factores incluyen una cultura organizacional arraigada en enfoques reactivos de mantenimiento, una escasez de recursos financieros para invertir en tecnología y equipos y una falta de conocimiento y capacitación especializada. En consecuencia, muchas instalaciones industriales y de infraestructura en el Perú siguen utilizando métodos de mantenimiento obsoletos e ineficientes, lo que aumenta los costos operativos, aumenta la frecuencia de fallas imprevistas y reduce la confiabilidad de los activos.

La falta de una estrategia integral de TPM dificulta la mejora continua y la optimización de los procesos de producción, lo que limita el potencial de crecimiento y competitividad de las empresas peruanas en un entorno económico cada vez más desafiante y globalizado. Es fundamental enfrentar los desafíos y fomentar una mayor adopción de TPM en Perú, ya que esto ayudará a mejorar la gestión de activos, aumentar la eficiencia operativa y promover el desarrollo sostenible.

A nivel local, en la Universidad Católica de Santa María que se ubica en Yanahuara, Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica, laboratorio de producción, existe un mantenimiento en el laboratorio de producción, pero no un plan de mantenimiento preventivo que se pueda gestionar, porque dentro de la UCSM hay procedimientos que incluyen formatos, plazos y aprobación de los planes que se deben dar para llevar a cabo dicho plan de mantenimiento.

Sin embargo, ahora se implementará un nuevo Plan de Mantenimiento basado en la filosofía TPM, teniendo ahora un nuevo Plan Estratégico Institucional 2024 – 2028 de la Universidad Católica de Santa María, es de vital importancia actualizar este plan de mantenimiento preventivo, que ahora será un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM para el laboratorio de producción de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica.

El laboratorio de producción exclusivo para los alumnos de la Universidad Católica de Santa María cuenta con un entorno propicio para el desarrollo académico y práctico. Sin embargo, es crucial asegurar que las máquinas utilizadas en este entorno estén sujetas a un adecuado mantenimiento preventivo TPM (Total Productive Maintenance).

El mantenimiento preventivo TPM implica la aplicación de prácticas y procedimientos destinados a garantizar que las máquinas estén en óptimas condiciones de funcionamiento en todo momento. Esto incluye actividades programadas de inspección, limpieza, lubricación y ajustes, con el objetivo de prevenir fallas y maximizar la eficiencia operativa.

En un entorno educativo como el laboratorio de producción, donde los alumnos realizan actividades prácticas y experimentos utilizando diversas máquinas y equipos, es fundamental mantener un programa de mantenimiento preventivo TPM riguroso y bien planificado. Esto no solo garantiza la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas, sino que también promueve un ambiente de aprendizaje seguro y eficiente.

El mantenimiento preventivo TPM no solo contribuye a prolongar la vida útil de las máquinas, sino que también reduce los tiempos de inactividad no planificados y los costos asociados a reparaciones mayores. Además, fomenta una cultura de cuidado y responsabilidad entre los usuarios de las máquinas, al tiempo que mejora la calidad de los resultados obtenidos en las prácticas y experimentos realizados en el laboratorio.

Por lo tanto, la implementación efectiva del mantenimiento preventivo TPM en el laboratorio de producción de la Universidad Católica de Santa María es esencial para garantizar un ambiente de aprendizaje óptimo y brindar a los alumnos las mejores condiciones para su formación académica y profesional en el campo de la ingeniería.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

¿Cómo mejorara la gestión de las máquinas y cómo pueden abordarse mediante la implementación de este nuevo enfoque de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM en el Laboratorio de Producción de la UCSM?

1.2.2. Problemas específicos.

P1: ¿Cuál es la situación actual del Laboratorio de Producción de la UCSM?

P2: ¿Cuál será el costo para implementar el mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM en la UCSM?

P3: ¿Qué máquinas de producción necesitarán mantenimiento preventivo?

P4: ¿Cuál será la gestión para implementar un plan de mantenimiento en las máquinas de producción de la UCSM?

P5: ¿Como evaluar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del laboratorio de producción de la UCSM?

1.3. Descripción del problema.

1.3.1. Tipo de investigación.

Al respecto, Aliaga y Gunderson (2000), expresan que: “La investigación cuantitativa consiste en recopilar y analizar datos numéricos para explicar fenómenos.”

Asimismo, para Com (2013), el paradigma cuantitativo se caracteriza fundamentalmente por la “Las conclusiones que se extraen del análisis de datos se utilizan principalmente para probar hipótesis previamente formuladas. Para lograrlo, se utilizan números como base y se construyen estadísticas según ciertos criterios lógicos.”

Además, descriptiva, se realizará registro, el análisis e interpretación de la naturaleza actual; los enfoques y conclusiones sobre una persona, grupo o cosa que funciona en el presente. Tamayo (2002).

1.3.2. Métodos de investigación.

La investigación se desarrollará en base a un diseño no experimental, se propone un plan de mantenimiento preventivo que se basa en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Kerlinger (1979, p. 116). Nos dice, “La investigación no experimental es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”

1.4. Justificación de la investigación.

Teórica: La justificación de la presente investigación permitirá conocer la relación entre la gestión de máquinas en el Laboratorio de Producción de la UCSM y la implementación del mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM. Según la investigación de varios autores sobre el mantenimiento preventivo y el TPM, estas prácticas mejoran significativamente la eficiencia operativa y la disponibilidad de equipos. Esta investigación proporcionará nuevos conocimientos para futuras investigaciones en el contexto educativo y en otros entornos similares.

Práctica: La investigación es crucial porque ayudará a la UCSM a comprender la importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM. Este conocimiento es esencial para garantizar que las máquinas del laboratorio de producción estén siempre en las mejores condiciones de funcionamiento, lo que reduce el número de fallas y los tiempos de inactividad no planificados. El personal de mantenimiento del laboratorio utilizará los resultados de la investigación para tomar medidas correctivas y preventivas, mejorando la eficiencia operativa y la experiencia educativa de los alumnos.

Relevancia social: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo TPM en el Laboratorio de Producción de UCSM es muy beneficiosa porque mejora las condiciones del entorno educativo y lo convierte en un lugar seguro y eficiente para los estudiantes. Esto mejora la calidad de la educación práctica al brindar a los estudiantes un entorno seguro para realizar sus actividades. Un laboratorio bien mantenido también ayuda a los estudiantes a sentirse mejor, reduce el riesgo de accidentes y crea un entorno de aprendizaje más seguro y motivador. Esta mejora en las condiciones educativas beneficia a la sociedad porque forman profesionales altamente calificados que estarán mejor equipados para contribuir significativamente en sus campos.

Utilidad metodológica: La investigación servirá como punto de referencia para otras investigaciones sobre cómo aplicar el mantenimiento preventivo de TPM en entornos educativos. Se proporcionará un marco metodológico sólido que puede ser replicado y adaptado a una variedad de contextos y necesidades mediante el uso de instrumentos y métodos válidos y confiables, que serán validados por expertos en la materia. Esta aportación

metodológica será beneficiosa no solo para la UCSM, sino también para otras instituciones educativas que quieran mejorar la gestión de sus laboratorios y implementar prácticas de mantenimiento preventivo efectivas.

2. Marco Teórico y Conceptual

2.1. Bases teórico científicas

2.1.1. Introducción al Mantenimiento Productivo Total

El TPM se originó en Japón después de la segunda guerra mundial, partiendo del concepto de mantenimiento preventivo que se desarrolló en la industria estadounidense. Las siglas TPM significa traducción de "mantenimiento total de producción", lo que da origen al sistema japonés de mantenimiento industrial.

El JIPM, un instituto japonés de mantenimiento de planta, fue responsable del desarrollo de la metodología TPM en los años setenta, y fue allí donde se crearon modelos de mantenimiento eficientes para diversas industrias.

La marca JIPM se registró legalmente como marca TPM en la mayoría de los países de América y Europa; de acuerdo con sus políticas, la organización japonesa JIPM, Gómez (2019)

2.1.2. Definición Mantenimiento productivo total

Cooke (200), El uso de TPM en maquinaria y equipos nos permite mantener un nivel óptimo de servicios durante toda la vida útil del equipo, con una mínima inversión de recursos humanos en su manejo para aumentar la disponibilidad y la eficacia.

García (2011), El TPM representa la evolución del mantenimiento industrial, que incluye tipos de mantenimiento como predictivo, preventivo y su aplicación en los procesos productivos con el objetivo de implementar estrategias para reducir las fallas y paradas de maquinaria. Como resultado, los miembros de una organización logran un papel estratégico para garantizar el éxito del TPM.

Por otro lado, Cuatrecasas y Torrell (2012), TPM mejora la eficiencia en todos los equipos del sistema productivo y permite que todos trabajen juntos para eliminar fallas, defectos y accidentes. Para garantizar que la organización tenga cero averías, los trabajadores y el personal del departamento de mantenimiento deben recibir una preparación y capacitación especializada.

2.1.3. Objetivos del Mantenimiento productivo total

Gómez (2019), encajar el TPM los objetivos en una organización establece las siguientes dimensiones:

a) Objetivos estratégicos

TPM mejora la eficiencia en todos los equipos del sistema productivo y permite que todos trabajen juntos para eliminar fallas, defectos y accidentes. Para garantizar que la organización tenga cero averías, los trabajadores y el personal del departamento de mantenimiento deben recibir una preparación y capacitación especializada.

b) Objetivos Operativos

El TPM tiene como objetivo garantizar que los equipos funcionen sin fallas en las acciones diarias y fallas, eliminar todas las pérdidas, aumentar la confiabilidad del equipo y utilizar la capacidad industrial instalada de manera efectiva.

c) Objetivos Organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el Propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Los objetivos mencionados afirmar para la organización incluyen mantener personal altamente capacitado y especializado, trabajar en equipo en un entorno seguro y operar máquinas y equipos sin interrupciones imprevistas, manteniendo su confiabilidad.

2.1.4. Características del Mantenimiento productivo total

Según Gómez (2019), Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

TPM es una estrategia global que involucra a todos los empleados de la empresa en el mantenimiento y la conservación de las máquinas y equipos en todas las etapas del ciclo de vida.

2.1.5. Pilares del Mantenimiento productivo total

Lima (2022), EL TPM tiene 8 pilares, 5 de los cuales son de carácter técnico (mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, prevención del mantenimiento) y 3 de apoyo (mantenimiento áreas de soporte, entrenamiento y desarrollo de habilidades, seguridad, salud y medio ambiente).

a) Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen

También conocido como pilar mejoras específicas, aquí se desarrollan actividades que involucran varios aspectos del proceso productivo con el fin de maximizar la Efectividad Global de los Equipos (OEE) y eliminar las grandes pérdidas en las plantas industriales mediante el uso de metodologías específicas y equipos multifuncionales. El Análisis de Modo de Falla y Efecto (FMEA) es una herramienta de solución utilizada en este pilar. Permite identificar la causa de una falla y reducirla para maximizar la Efectividad Global de los Equipos (OEE) mediante equipos funcionales y metodologías específicas como RCM.

b) Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

A través de la creación de estándares y el desarrollo de procedimientos, tiene como objetivo hacer que los trabajadores asuman la responsabilidad de mantener su propio equipo, centrándose en siete tareas relacionadas con la limpieza, lubricación, apriete e inspección. Dentro de la filosofía de actividades de pequeños grupos del TPM, el mantenimiento autónomo es una parte normal del trabajo del operario. Fijan sus propios temas y objetivos para la gestión de actividades. De esta manera, se puede prolongar la vida útil de la máquina manteniendo las condiciones de funcionamiento ideales. La mejora de la productividad se ve afectada principalmente por este componente. Para lograr resultados significativos, es necesario equipar al personal de producción y mantenimiento con formación y entrenamiento.

c) Mantenimiento Planificado

El objetivo principal es eliminar los problemas de equipo mediante la mejora, la prevención y la predicción que realizan los técnicos de mantenimiento. Por lo tanto, colaboran en la definición de estándares (guías de trabajo) y en el desarrollo de las habilidades de mantenimiento autónomo de los operarios de producción. Se enfoca

en maximizar la disponibilidad de los equipos y establece la sistematización de actividades programadas cuyo propósito ideal es lograr cero averías, defectos, despilfarros y accidentes mediante personal altamente calificado en tareas de mantenimiento. implementar un plan de mantenimiento efectivo para equipos y procesos y maximizar la eficiencia económica.

d) Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen

Su objetivo principal será mejorar la calidad del producto manteniendo las condiciones del equipo. Este pilar utiliza herramientas como el reporte de causas y efectos en materiales, máquinas y mano de obra 3M, un programa de inspección frecuente de componentes clave, matrices de mantenimiento y mejora.

e) Prevención del Mantenimiento

Este componente tiene como objetivo planificar las actividades de mantenimiento para prevenir las pérdidas significativas en procesos productivos. Para lograr esto, es necesario realizar detección temprana y anticipación de eventos, así como actuar antes de que se produzcan pérdidas significativas o fallas de equipo. Como resultado, el grado de confiabilidad de los equipos depende de una programación de mantenimiento exhaustiva y adecuada basada en el análisis y diagnóstico de averías y frecuencias de actividades de mantenimiento realizadas en equipos similares. Esto reducirá los costos de mantenimiento y prolongará la vida útil de los equipos.

f) Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo

Tiene como objetivo que el proceso productivo funcione eficientemente, con la mayor calidad y al menor costo a través de la mejora del flujo de información desarrollado por áreas de soporte como planificación, desarrollo y administración. Las áreas de finanzas y administración, por otro lado, no están relacionadas directamente con los procesos productivos, pero facilitan y ofrecen el apoyo para que el proceso funcione eficientemente, lo que facilita la recuperación y la mejora.

g) Formación Y Adiestramiento

Este pilar se enfoca en el entrenamiento y el desarrollo de habilidades de personal del área productiva, lo que permite mantener los equipos en óptimas condiciones y aumentar la eficiencia de los procesos productivos. El objetivo de este pilar es desarrollar las capacidades y habilidades del personal para interactuar con el equipo y los procesos. Para que el TPM logre su objetivo, el personal debe estar involucrado y motivado en mejorar su área de trabajo. Las capacitaciones técnicas logran mejorar

su desempeño e incrementar sus competencias en las diversas actividades que se les encomiendan.

h) Gestión de Seguridad y Entorno

Este pilar tiene como objetivo lograr cero accidentes y cero contaminaciones, haciendo del lugar de trabajo un lugar seguro y agradable, cumpliendo con las políticas de calidad de la organización.

De acuerdo con Cáceres (2018) y Mateo Martínez (2015), las pérdidas más grandes en procesos productivos pueden ser originadas por los siguientes:

- Averías en los equipos principales
- Cambios de formatos y ajustes no programados
- Micro paradas
- Reducción de velocidad
- Defectos en el proceso
- Reducción de rendimiento de las máquinas

Figura 1

Los 8 Pilares TPM



Fuente. (Lima, 2022)

2.1.6. El Mantenimiento Autónomo

El concepto de mantenimiento autónomo (AM) es dar a los operarios de las máquinas la responsabilidad de mantener los equipos y la maquinaria que manejan en lugar de depender de los técnicos de mantenimiento para realizar las tareas de mantenimiento preventivo rutinarias.

Gomez (2019), El mantenimiento autónomo es cuando los trabajadores realizan actividades de mantenimiento en sus equipos, como inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, y herramienta, piezas, analizando y solucionando problemas para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento.

2.1.7. *Objetivos del Mantenimiento Autónomo*

- Propicia que el equipo mantenga sus condiciones ideales.
- Fomentar la participación y el repotenciamiento de la motivación del personal.
- Establecer estándares para evitar el deterioro de los equipos y la mantenibilidad de los mismos.
- Fortalecer los conocimientos de los operadores de forma continua.

2.1.8. *Desarrollo del Mantenimiento autónomo*

Para el desarrollo del mantenimiento autónomo se consideran 7 pasos:

Figura 2

Etapas del Mantenimiento Autónomo

Paso	Actividades
1. Limpieza inicial	Limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en el bastidor del equipo, lubricar y apretar pernos; descubrir problemas y corregirlos.
2. Contramedidas en la fuente de los problemas	Prevenir la causa del polvo, suciedad y difusión de esquirlas; mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar, reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.
3. Estándares de limpieza y lubricación	Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando y apretando (específicamente tareas diarias y periódicas).
4. Inspección general	Con la inspección manual se genera instrucción; los miembros de círculos descubren y corrigen defectos menores del equipo.
5. Inspección autónoma	Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma.
6. Organización y orden	Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento - Estándares de inspección para limpieza y lubricación - Estándares de limpieza y lubricación - Estándares para registrar datos - Estándares para mantenimiento y herramientas
7. Mantenimiento autónomo pleno	Desarrollos adicionales de políticas y metas compañía; incrementar regularidad de actividades mejora. Registrar resultados análisis MTBF y diseñar concordantemente contramedida.

Fuente. (SPC, 2013)

2.1.9. Indicadores del Mantenimiento Autónomo

Gómez (2019) nos dice para determinar el mantenimiento autónomo es:

- a) N° Mantenimiento autónomos realizados.
- b) N° Mantenimiento autónomos programados

$$MA = \frac{\text{Inspecciones Mensuales realizados}}{T. \text{Inspecciones mensuales Programados}} \times 100\%$$

2.1.10. Mantenimiento Planificado

Jácome (2007), uno de los pilares fundamentales del TPM, establecer una metodología modelo que se pueda aplicar a cualquier industria que adopte la filosofía del TPM.

Gomez (2019), el JIM adopta "Mantenimiento planificado, también conocido como mantenimiento programado, que tiene como objetivo progresar gradualmente para lograr que una instalación industrial tenga cero averías".

Por siguiente tenemos 4 etapas del mantenimiento planificado:

Figura 3

Fases del Mantenimiento Planificado



Fuente. (SafetyCulture, 2023)

2.1.11. Indicadores del Mantenimiento Planificado

Gómez (2019), nos dice para determinar el mantenimiento planificado es:

- a) N° Mantenimientos planificados ejecutados.
- b) N° Mantenimientos planificados programados

$$MP = \frac{\text{Act. Mtto prev. mensuales ejecutados}}{\text{Act. Mtto prev. mensuales programados}} \times 100\%$$

2.1.12. Gestión de Mantenimiento

Ramon (2015), nos dice para asegurar la competitividad de la empresa y lograr sus objetivos, la gestión de mantenimiento tiene como objetivo planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades necesarias para obtener y conservar un costo del ciclo de vida adecuado de los activos y una ventaja competitiva adecuada.

2.1.13. Plan de Mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un conjunto completo de pautas diseñadas para ayudar a mantener los equipos, la maquinaria y cualquier otro activo físico en las mejores condiciones de funcionamiento posibles. En él se detallan las acciones proactivas que se deben tomar para asegurarse de que todos los sistemas operativos sigan funcionando en todo momento.

2.1.14. Indicadores de la Gestión de Máquinas y Equipos

a) Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

El Tiempo Promedio Entre Fallas indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla. Mientras mayor sea su valor, mayor será la confiabilidad de la máquina.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Número de fallas}}$$

b) Disponibilidad

La disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

c) Tiempo promedio para reparar (MTTR)

Este indicador mide la efectividad en restituir una máquina o equipo a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por haber sufrido una falla, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Número de fallas}}$$

d) Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas para un periodo de tiempo determinado. El estudio de

confiabilidad es el estudio de 30 fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno.

$$C = \frac{\textit{Tiempo total de operacion} - \textit{Tiempo de mantenimiento correctivo}}{\textit{Tiempo total de operacion}}$$

2.1.15. Laboratorio

UNESCO (2006) Nos dice que el laboratorio es un lugar donde se aprende parte práctica y se enseña habilidad práctica. Tiene instrumentos, equipos y máquinas para desarrollar investigaciones, experimentos y trabajos tecnológicos prácticos.

Los laboratorios de una Universidad para el desarrollo de prácticas, como criterio la distancia entre cada máquina o puesto de trabajo, espacio para el recorrido peatonal de los estudiantes, buena iluminación y seguridad en el laboratorio; a disposición manuales de seguridad, reglamentos y señales de seguridad.

2.1.16. Descripción de las máquinas del laboratorio área de ingeniería

En el laboratorio de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María, las actividades académicas de los estudiantes de ingeniería operan todas las máquinas que se encuentran en el área de producción y en donde estas son las siguientes:

a) Máquina Torno

Máquina torno Mecánico Paralelo de marca Rixon, de procedencia taiwanesa del modelo C0632A y la serie 0051174. Es impulsada por un motor eléctrico, se genera movimiento giratorio en la placa para mecanizar la pieza de trabajo, su proceso es de torneado se ejecuta en operaciones de cilindrado, refrentado, perforado, taladrado, tronzado y roscado. Las partes de la máquina torno son: cabezal fijo, cabezal móvil, carro transversal, carro principal, bancada y los cambios de velocidad. (Huacasi, 2017)

Figura 4

Torno Paralelo



Fuente. (Huacasi, 2017)

b) Máquina Fresadora

Una máquina que procesa piezas de trabajo por una herramienta de corte llamada fresa que tiene múltiples filos de corte que es la hoja de corte cilíndrica. El trabajo principal de la fresadora se realiza en fresado que es fresado perimetral y frontal.

Los componentes principales de la fresadora son: mesa deslizante superior, columna, base, codo, silla y mesa de trabajo (Grover, 2007).

Figura 5

Fresadora Universal



Fuente. (HELLER, 2019)

c) Máquina Taladradora

Una máquina utilizada para perforar agujeros en piezas de trabajo o materiales de piezas de trabajo, este tipo de taladro utiliza una herramienta de corte llamada broca, está ubicado sobre un piso fijo y consta de una mesa para sujetar las piezas de trabajo.

Las principales operaciones de la broca incluyen agrandar, agrandar, roscas internas y agujeros avellanados.

Los componentes principales de la perforadora son: cabezal de máquina, columna, Banco de trabajo, husillo, base (Grover, 2007).

Figura 6

Máquina Taladradora



Fuente. (CINHELL, 2017)

d) Esmeriles de Banco

Máquina herramienta que está equipada con un motor eléctrico cuyo eje los dos extremos del husillo están equipados con discos abrasivos o piedras abrasivas, se utiliza para afilar, esmerilar y pulir (Grover, 2007).

Figura 7

Esmeril de Banco



Fuente. (BOSCH, 2017)

e) Tornillo de Banco

Es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado. (Ferrerías, 2021).

Figura 8

Tornillo de Banco



Fuente. (SATA, 2007)

f) Máquina de Soldar por Arco Eléctrico

Máquinas eléctricas que se emplean para la unión de dos piezas metálicas, por medio de calor de arco eléctrico y que requiere potencia para un fácil encendido y formación del arco.

La máquina de soldar consta de una fuente de poder, cable de mesa, cable porta electrodo, perilla de amperaje y botón de encendido. (Exsa, 1995).

Figura 9

Máquina de Soldar por Arco Eléctrico



Fuente. (ESAB, 2019)

g) Compresor de Aire

Una máquina que suministra aire comprimido a través de un gran tornillo en grandes volúmenes de aire a alta presión. (Senati, 2012).

Figura 10

Compresor de Aire



Fuente. (PERU, 2019)

2.2. Definición de términos básicos

Mantenimiento Productivo Total: Es el concepto de la mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos, de allí el cambio del término del mantenimiento productivo, por el de mantenimiento total productivo, dando un nuevo concepto de mantenimiento (Llontop, 2018).

Pilares del Mantenimiento productivo total: Gomez (2011), estos Pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva, son los siguientes:

- Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen.
- Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.
- Prevención de mantenimiento.
- Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
- Formación y adiestramiento
- Gestión de Seguridad y Entorno

Mantenimiento: El propósito de extender la vida útil de los equipos realizando diversas operaciones durante un período de tiempo para evitar daños o degradación. (Muñoz, 2011).

Mantenimiento Preventivo: Intervención y protección de máquinas mediante mantenimiento para garantizar una buena funcionalidad y fiabilidad antes de que se produzca un fallo (Calle, 2020).

Disponibilidad: La capacidad de un componente de estar en un estado en el que su funcionalidad requerida permanece alta bajo ciertas condiciones en un momento o período de tiempo determinado, y de comprometer y poner a disposición los recursos externos requeridos (Norma UNE 13306, 2002).

Confiabilidad: La capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida en determinadas condiciones y durante un período de tiempo. (Norma STANDAR ISO/DISP, 2004)

3. Análisis de Antecedentes Investigativos

Internacional

Serna (2020), en su investigación “Implementación de la metodología TPM, apoyo al área de proyectos y puesta en marcha del plan de lubricación en el grupo SI” de la Universidad de Antioquia. Su objetivo fue implementar el mantenimiento autónomo (MA) y su metodología TPM en plantas de Plásticos y Ensamblados, se elaboró la creación e implementar el plan de lubricación para ambas empresas. Por ello se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel

superior en donde se desarrolló propuestas de mejora en las actividades de mantenimiento autónomo y planificado que son los pilares del TPM, llegando a la conclusión que se tiene con un incremento de porcentaje de disponibilidad de maquinarias, teniendo el 92% en el área de torno, 89% en el área de fresadoras y 93% en el área de taladros.

(Villanueva, 2019), en su investigación “Modelo de gestión de mantenimiento para los Laboratorios del Bloque I de la Universidad Libre” de la Universidad de libre facultad de Ingeniería Mecánica. Su objetivo fue proponer un modelo de gestión de mantenimiento de los Laboratorios del Bloque L de la Universidad Libre sede Bosque Popular, con la finalidad de mejorar las prestaciones de los activos en pro de la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje. Por ello el diseño del modelo de gestión permite darle seguimiento al plan de mantenimiento presentado, sirviendo como una base de datos para el registro y control de las actividades mantenimiento, como también le registro de laboratorios personas a cargo y equipos, es un aporte para el trabajo que se lleva a cabo en los Laboratorios de la Universidad Libre.

Nacional

Gutierrez (2020), En su investigación “Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC”, de la Universidad Cesar Vallejo. Su objetivo fue elaborar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM, incrementando la productividad, para lograr un mayor rendimiento y eficiente de las máquinas, metodología, se inició realizando una evaluación del mantenimiento en los equipos de línea amarilla, para luego después determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM, las herramientas como el diagrama de Pareto a igual que el diagrama de Ishikawa concluyendo que lograr mejorarse el mantenimiento e incrementarse su productividad y confiabilidad de los equipos y realizando la evaluación económica de la implementación.

Gutierrez y Llanos (2022) en su tesis “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos médicos en el centro de salud de los baños del inca”, de la Universidad Privada del Norte. Su objetivo principal se enfoca en maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para no suspender el proceso productivo, de igual forma optimizar los recursos empleados. Asimismo, se concluyó con la propuesta implementación de un diseño de gestión de mantenimiento preventivo es viable ya que las mejoras de los indicadores de mantenimiento son significativas y por consiguiente la mejora de las tareas preventivas.

Local

Escalante y Rodriguez (2021), con su tesis “Propuesta de Implementación de un programa de TPM como estrategia competitiva en una empresa manufacturera de revestimiento de caucho en la ciudad de Arequipa” de la Universidad Católica San Pablo. Su objetivo aumentar el MTTB y reducir el MTTR, concluye que elaborando una propuesta en la implementación de un programa de TPM desarrollada en los pilares de mantenimiento autónomo y planificado. Se concluyó que, al momento de obtener la criticidad de los equipos, se observó que los 4 equipos que resultaron los más críticos tuvieron sus MTBF menores a 2 meses. Asignándoles así, en una escala del 1 al 5 siendo 5 lo más probable que ocurra, una probabilidad mayor a 4. Como se indicó, la naturaleza de la producción de la Empresa WM, nos obliga a tener una disponibilidad del 100% para lograr ser competitivos. Para poder obtener estos resultados es necesario aumentar el MTBF de nuestros equipos como también disminuir el MTTR de los mismos.

Lima (2022), con su tesis “Diseño de estrategias de gestión de mantenimiento basado en el TPM, para mejorar la productividad de empresas agroindustriales de Arequipa” de la Universidad Nacional de San Agustín. Su objetivo principal fue incrementar la eficiencia global de los equipos y la productividad del sistema productivo de Envasadora Majes EIRL. Desarrollando el cuadro de mando de Mantenimiento basado en el TPM, utilizando las métricas e indicadores necesarios para su cumplimiento que permita validar los resultados de la implementación, mediante la determinación de ventajas y desventajas del método propuesto y comparando los beneficios esperados de la implementación de estrategias de gestión de mantenimiento basado en el TPM, se llega a la conclusión de que es posible mejorar significativamente la productividad de la empresa agroindustrial Envasadora Majes si se implementan estrategias de gestión de mantenimiento basado en el TPM, ya que se espera tener una ganancia de S/. 1.25 soles de beneficio por cada sol invertido.

4. Formulación de los objetivos.

4.1. Objetivo general

Gestionar el mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM del laboratorio de producción del EPPIMMEM de la UCSM.

4.2. Objetivos específicos

O1: Diagnosticar la situación actual del laboratorio de producción de la Escuela Profesional de Ing. Mecánica, Mecánica–Eléctrica y Mecatrónica.

O2: Identificar los costos del mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM.

O3: Identificar las causas del problema para dicho plan de mantenimiento.

O4: Proponer las acciones basadas en la filosofía TPM para mejorar la gestión de las máquinas de producción.

O5: Evaluar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo del laboratorio de producción de la UCSM.

5. Hipótesis.

5.1. Hipótesis general.

H1: Un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM mejora significativamente la gestión de las máquinas y la eficiencia operativa en el laboratorio de producción de la UCSM.

Ho: Un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM no mejora significativamente la gestión de las máquinas ni la eficiencia operativa en el laboratorio de producción de la UCSM.

6. Operacionalización de Variables.

6.1. Variables.

Variable 1: Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM:

Esta variable de estudio permitirá implementar una variedad de procedimientos que evitan paradas imprevistas y mejoran la operatividad de máquinas y equipos, lo que aumenta la vida útil.

Variable 2: Gestión de los equipos y máquinas:

La gestión de maquinaria y equipos planifica, organiza y controla las actividades de mantenimiento para garantizar que sus máquinas y equipos del laboratorio funcionen correctamente.

6.2. Dimensiones.

6.2.1. Dimensiones del Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM.

Mantenimiento: Incluye inspecciones, limpiezas, lubricaciones, ajustes y reparaciones pequeñas de piezas mecánicas, máquinas y equipos de laboratorio.

Mantenimiento planificado evita la falla de máquinas y equipos programando las actividades de mantenimiento.

6.2.2. Dimensiones de la Gestión de los equipos y máquinas.

Disponibilidad: Después de un mantenimiento, nos permite conocer y evaluar las capacidades de una máquina mientras está en funcionamiento dentro del laboratorio.

Confiabilidad: Permitir el estudio de la probabilidad de que una máquina funcione adecuadamente en un tiempo predeterminado.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición
Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM	Esta variable de estudio permitirá implementar una variedad de procedimientos que evitan paradas imprevistas y mejoran la operatividad de máquinas y equipos, lo que aumenta la vida útil.	La operacionalización se centra en las dimensiones de planificación y programación, ejecución de actividades y capacitación del personal. Esto nos permitirá determinar con mayor precisión la eficacia y eficiencia del mantenimiento implementado en el laboratorio.	Mantenimiento Autónomo	N° inspecciones mantenimiento autónomos realizados N° inspecciones mantenimiento autónomos programados	1 - 9	Guía de observación	Ordinal
			Mantenimiento Planificado	N° Mantenimientos planificados ejecutados. N° Mantenimientos planificados programados	10 - 14		
Gestión de los equipos y máquinas	La gestión de maquinaria y equipos planifica, organiza y controla las actividades de mantenimiento para garantizar que sus máquinas y equipos del laboratorio funcionen correctamente.	La operacionalización se enfoca en los aspectos de mantenimiento, operación y monitoreo. Estos aspectos nos permitirán determinar con mayor precisión la eficiencia y efectividad en el uso y conservación de los equipos y máquinas del laboratorio.	Disponibilidad	Tiempo Total de Operación Tiempo Total de Reparación	1 - 7		Siempre (3) A veces (2) Nunca (1)
			Confiabilidad	Tiempo promedio entre fallas Tiempo promedio de reparación	8 - 15		

III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas: La observación será la técnica que se utilizará, lo que permite observar y recopilar información detallada sobre todas las máquinas y equipos de laboratorio. Czerwinsky (2013).

La revisión documental es una forma de recopilar información escrita durante el proceso de actividades de mantenimiento de máquinas y equipos de laboratorio.

Instrumento El instrumento que se utilizará para la recopilación de datos será la Guía de Observación, porque me permitirá registrar el objeto de manera ordenada, cronológica, práctica y concreta para luego llevarlo a un análisis de la situación problemática. Ortiz (2004).

Me permite anotar el estado situacional de las máquinas, el registro de mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado, la disponibilidad y la confiabilidad de las máquinas de laboratorio de una institución educativa de nivel superior con la ayuda de la guía de observación.

2. Campo de Verificación.

2.1. Ubicación Espacial

Universidad Católica de Santa María

2.2. Ubicación Temporal

Periodo 2024-2025

2.3. Unidades de Estudio

Población: Se consideró la población en los equipos y máquinas del laboratorio de producción, se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Equipos y máquinas del laboratorio de Producción de la UCSM.

Laboratorio de Producción		
N°	Equipos y máquinas	Cantidad
01	Torno Mecánico	6
02	Fresadora	3
03	Taladradora	4
04	Esmeril de Banco	6
05	Tornillo de Banco	18
06	Soldadora	8
07	Compresor de Aire	4

Nota: Elaboración Propia

Muestra: Se utilizó una muestra, no una probabilidad por conveniencia, y se seleccionaron los elementos disponibles para el estudio, menciona Creswell (2009), donde se consideró 7 equipos y máquinas dentro el laboratorio de Producción en la UCSM.

3. Técnicas de procedimiento y análisis de datos.

Para llevar a cabo la investigación, se emplearán diversas técnicas de recolección de datos y se seguirán principios éticos rigurosos.

3.1 Ética investigativa.

Se garantizará la protección de los participantes en consonancia con los estándares éticos de la investigación. Esto requerirá el consentimiento informado de todos los involucrados, el mantenimiento de la confidencialidad de la información recopilada, el respeto a la autonomía y dignidad de los participantes, la transparencia en todas las etapas del estudio y el cumplimiento de todas las normas y regulaciones éticas y legales pertinentes. Estos principios éticos fundamentales garantizarán que los hallazgos sean confiables y válidos y que se respeten los derechos y el bienestar de todos los involucrados en la investigación.

V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Serna, A. (2020). Implementación de la metodología TPM, apoyo al área de proyectos y puesta en marcha del plan de lubricación en el grupo SI. Universidad de Antioquia. Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/handle/10495/17266>
- Gutierrez, S. (2020). Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC. Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Villanueva, J. (2019). Modelo de gestión de mantenimiento para los laboratorios del bloque I de la Universidad Libre. Universidad Libre Facultad de Ingeniería Mecánica. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18454/TRABAJO%20CAROLINA%20VILLANUEVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutierrez & Llanos. (2022). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos médicos en el centro de salud de los baños del inca. Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31036/Gutierrez%20Bueno%20Janet_Llanos%20Gonzales%20Ana%20Paola_Total.pdf?sequence=8
- Escalante & Rodriguez. (2021). Propuesta de Implementación de un programa de TPM como estrategia competitiva en una empresa manufacturera de revestimiento de caucho en la ciudad de Arequipa – Perú, periodo 2018
- Gómez, C. (2011). Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. Las Canarias.
- Calle, J. Los 8 Pilares del TPM. 2020. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bscampus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
- Cautrecasas, L. Torrell, F. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. Madrid: Ed. Profit Editorial, 2010. 495 pp. ISBN-8492956127
- Gomez, C. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. Ingeniería Técnica Industrial. España: Ed. ULPGC, 2019. 96 pp. ISBN-1446745694
- Rey, F. (2001). Mantenimiento Total de la Producción. Proceso de implantación y desarrollo. Obtenido de

<https://books.google.com.pe/books?id=t05vRBKtkQcC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Jácome & Oña. (2007). Implantación del Mantenimiento Planificado dentro del contexto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y la aplicación en una empresa local. Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/819/1/CD-1151.pdf>

Ramon (2015). Gestion de Mantenimiento. Obtenido de <https://es.slideshare.net/FluvioCesarRamonRuiz/gestion-de-mantenimiento-44129056>

Aliaga, M. y Gunderson, B. (2000). Estadísticas Interactivas. Alabama: American Publishers Com, S. Potoolski, G. y otros. (2013). Metodología de la investigación. Argentina: Ediciones del aula taller

CRESWELL, J. Research Design, Qualitative. Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Madrid: 5.a ed. CQ Press, 2017. 304 pp. ISBN-9781506386706