



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

EVALUACIÓN Y MEJORA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**ASSESSMENT AND IMPROVEMENT OF A MAINTENANCE
MANAGEMENT MODEL IN A HIGHER EDUCATION
INSTITUTION**

Salvador Salas Carlock

Tecnológico Nacional de México, México

Martha Patricia Hernández Beltrán

Tecnológico Nacional de México, México

Yadira Miriam Villanueva Marcial

Tecnológico Nacional de México, México

Eduardo Chandomi Castellanos

Tecnológico Nacional de México, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13613

Evaluación y Mejora de un Modelo de Gestión de Mantenimiento en una Institución de Educación Superior

Salvador Salas Carlock¹ssalas@ittpic.edu.mx<https://orcid.org/0009-0006-3922-1400>

Tecnológico Nacional de México

México

Martha Patricia Hernández Beltránmhernandezb@ittpic.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-2566-4319>

Tecnológico Nacional de México

México

Yadira Miriam Villanueva Marcialmvillanueva@ittpic.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-7894-7769>

Tecnológico Nacional de México

México

Eduardo Chandomi Castellanoseduardo.cc@tuxtla.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0001-8201-2379>

Tecnológico Nacional de México

México

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el análisis de las actividades de mantenimiento de equipos que se lleva a cabo en el Instituto Tecnológico de Tepic con el objetivo de clasificarlo e identificar sus características, los hallazgos permiten proponer acciones y estrategias de mantenimiento para la optimización del modelo de gestión de mantenimiento utilizado actualmente. Primeramente, se hace una investigación documental para definir los tipos de mantenimientos existentes y las diversas filosofías que han surgido con la evolución de la tecnología y la industria, posteriormente se documentan casos de implementación de las filosofías de mantenimiento en Empresas de giro industrial e Instituciones de Educación Superior (IES), siendo de mayor interés las pertenecientes al sistema Tecnológico, a continuación se revisa la documentación con el registro de actividades del Departamento de Mantenimiento de Equipo del IT de Tepic, tomando como referencia el Procedimiento de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de Infraestructura del TecNM, como resultado, se obtiene una categorización del mantenimiento desempeñado y el nivel jerárquico de acuerdo al enfoque kantiano de mantenimiento, se determinan áreas de oportunidad y se realizan propuestas de mejora para su implementación a corto plazo.

Palabras clave: mantenimiento, correctivo, preventivo, predictivo, optimización

¹ Autor principal

Correspondencia: ssalas@ittpic.edu.mx

Assessment and Improvement of a Maintenance Management Model in a Higher Education Institution

ABSTRACT

The present work involves analyzing the equipment maintenance activities carried out at the Instituto Tecnológico de Tepic with the aim of classifying and identifying their characteristics. The findings allow for proposing actions and maintenance strategies to optimize the maintenance management model currently in use. First, a documentary research is conducted to define the existing types of maintenance and the various philosophies that have emerged with the evolution of technology and industry. Subsequently, cases of the implementation of maintenance philosophies in industrial companies and higher education institutions (HEIs) are documented, with particular interest in those belonging to the Technological system. Next, the documentation from the Equipment Maintenance Department at IT de Tepic, where their activities are recorded, is reviewed, taking the TecNM's Preventive and/or Corrective Infrastructure Maintenance Procedure as a reference. As a result, a categorization of the maintenance performed and its hierarchical level according to the Kantian approach to maintenance is obtained. Areas of opportunity are identified, and improvement proposals are made for short-term implementation.

Keywords: maintenance, corrective, preventive, predictive, optimization

Artículo recibido 12 agosto 2024

Aceptado para publicación: 13 setiembre 2024



INTRODUCCIÓN

Es fundamental destacar que mantener en buen estado los equipos y estructuras de las instituciones de educación superior asegura que se lleven a cabo sus operaciones de manera eficiente y proporciona al personal las facilidades y comodidades necesarias durante las actividades docentes y administrativas.

Mora (2009) indica que “el mundo actual tiene unos ritmos de crecimiento exponenciales, lo que obliga a los mantenedores de estos tiempos a manejar un aspecto amplio y profundo conocimiento para mantener la funcionalidad confiable de los mecanismos y máquinas de producción”, en consecuencia, se requiere el uso de herramientas estadísticas y de manejo de información para determinar tiempos óptimos de intervención.

En lo que respecta a Instituciones del Sistema Tecnológico pertenecientes al TecNM, las actividades de mantenimiento de equipos y su evaluación se ajustan al Procedimiento de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de Infraestructura y Equipo (TecNM 2017). Históricamente, los usuarios se quejan del servicio por parte del departamento de mantenimiento de equipo, mencionan que el personal tarda en acudir a revisar una falla reportada, una vez revisada la falla se tarda bastante la reparación, no hay seguimiento y/o no se informa del estatus del reporte, el personal no está capacitado para brindar servicio a equipos especializados. Otros aspectos a considerar es la dificultad de obtener oportunamente información para reportes, cambios en las variables para programación de mantenimientos, mala comunicación entre el personal y adquisición tardía de materiales. Para realizar acciones correctivas sobre los puntos mencionados y dar seguimiento a soluciones planteadas, es indispensable contar con indicadores de mantenimiento relacionados con los objetivos de la institución y los problemas que se presentan en el quehacer cotidiano, llevarlo a cabo implica conocer información histórica de las actividades, insumos utilizados, que actividades requieren mayor tiempo y/o recursos, tipos de fallas, equipos con mayor índice de fallas, problemas que requieren mayor grado de especialización del personal, entre otras cosas.

En el Manual de Organización de los Institutos Tecnológicos (1992), se ubica al Departamento de Mantenimiento de Equipo como parte de la Subdirección de Servicios Administrativos y su propósito es realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos para mantenerlos en condiciones de lograr la conformidad con los requisitos del Servicio Educativo. Las funciones



principales consisten en llevar a cabo el proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control), determinando necesidades de recursos para la prestación de servicio, elaboración de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, coordinación de los procesos de rehabilitación, instalación y montaje de maquinaria y equipo, investigar nuevos métodos, técnicas y procedimientos relativos a mantenimiento, elaboración del programa operativo anual y presupuesto del departamento. El problema a resolver con esta investigación es determinar la actualidad del tipo y nivel del mantenimiento realizado en el Instituto Tecnológico de Tepic, analizar si se deben hacer ajustes en puntos clave del procedimiento de la institución o si se requiere implementar estrategias con enfoques de nuevas filosofías de mantenimiento, orientando los esfuerzos hacia el diseño de un modelo de gestión del mantenimiento.

El objetivo de este trabajo es ofrecer un recurso de consulta y apoyo para proyectos enfocados en mejorar la gestión de mantenimiento en instituciones de educación superior, utilizando una metodología que permite caracterizar el mantenimiento a través del análisis de diferentes filosofías existentes. En particular, se busca lograr una mayor organización y un mejor desempeño en las actividades del Departamento de Mantenimiento de Equipo del IT de Tepic. Para ello, se identifican los tipos de mantenimiento que se realizan, así como su programación y ejecución en los laboratorios y talleres. Con el conocimiento de las ideologías de mantenimiento empleadas en la industria y en instituciones educativas, se definen estrategias que permitan optimizar los recursos humanos, económicos y financieros. Entre los beneficios más significativos que se esperan obtener, se encuentra la reducción del número de solicitudes de mantenimiento correctivo, mejora en tiempos de respuesta a las solicitudes, disponibilidad de información actualizada para la toma de decisiones, y la capacitación del personal encargado de ejecutar las tareas de mantenimiento. En otras palabras, se busca ejercer un mayor control sobre todos los recursos asignados al departamento y realizar mediciones mediante nuevos indicadores de mantenimiento.

La información contenida en el artículo se organiza de la siguiente manera: el primer apartado muestra el resumen de la investigación, el segundo apartado es la introducción que incluye descripción del problema, antecedentes, justificación y marco teórico con definiciones, clasificación, evolución, y presenta casos de implementación de filosofías de mantenimiento en la industria e instituciones de



educación superior, el tercer apartado contiene la metodología en la que son descritas las etapas de este trabajo, el cuarto apartado muestra los resultados obtenidos y su discusión, finalmente, se dan las conclusiones del artículo.

Marco teórico

Definición de Mantenimiento

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional. (Kardek, 2002).

Evolución de Mantenimiento

Desde los inicios del mantenimiento hasta la actualidad, surgieron diferentes tipos de mantenimiento, se desarrollaron técnicas y herramientas para el control de información, diagnóstico, rediseño de procesos, análisis de fallas, manejo de inventarios, control de costos, instrumentos técnicos para la inspección y monitoreo de parámetros, se generó nuevas filosofías de mantenimiento que utilizan técnicas y herramientas para el logro de sus objetivos. De acuerdo a Fernández, E. (2018), la evolución del mantenimiento ha tenido la influencia de diversos eventos que se presentan en el siguiente orden cronológico (ver Figura 1):

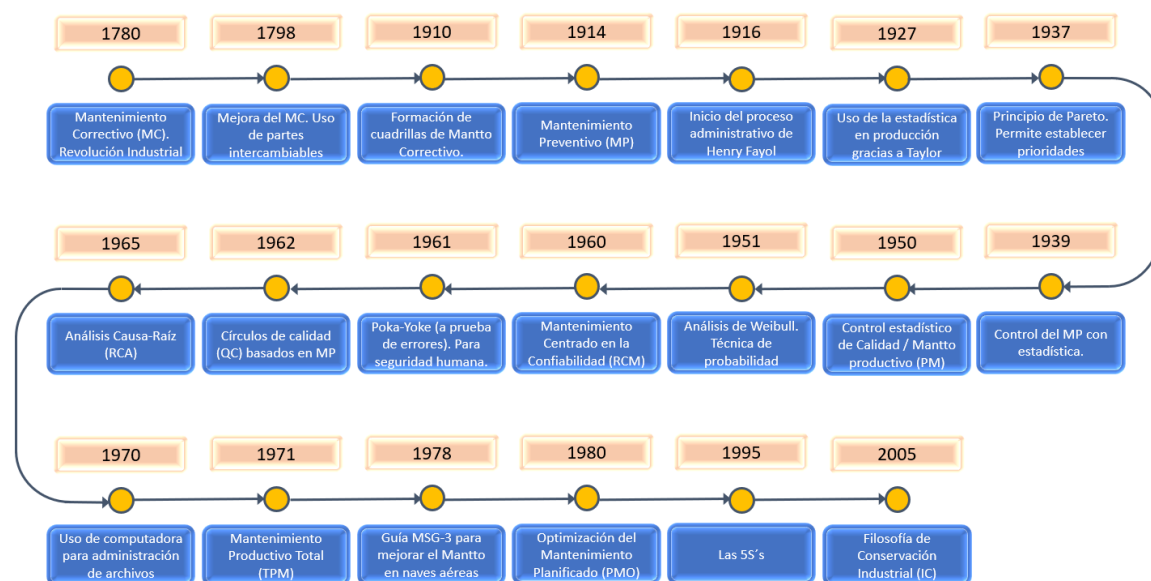


Fig. 1. Línea de tiempo de la evolución de mantenimiento.

Clasificación de Mantenimiento

La clasificación de mantenimiento puede variar según el tipo de industria o equipos. Una de las clasificaciones más comunes es la establecida por la norma internacional ISO 9001:2015, que define tres tipos de mantenimiento: Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. En la Figura 2 se muestra la clasificación de mantenimiento según la norma AFNOR [Torres, L. (2004)]:

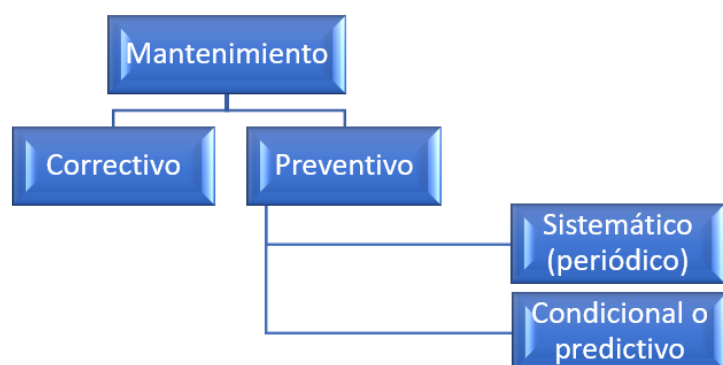


Fig. 2. Tipos de Mantenimiento según AFNOR

Mantenimiento Correctivo

Sexto (2017), define el mantenimiento correctivo, como aquel que se subdivide en el correctivo inmediato, que se realiza inmediatamente después de un fallo funcional y el mantenimiento correctivo diferido, que puede programarse, a diferencia del correctivo inmediato que se impone como necesidad de intervención no prevista para contrarrestar las consecuencias del fallo. Se ejecutan siempre posterior a un fallo.

Mantenimiento Preventivo

Sacristán (2014), dice que el mantenimiento preventivo resulta novedoso con respecto a la visión tradicional todavía muy generalizada, en la que el mantenimiento se orienta al componente considerado un elemento aislado y no parte integrante de un todo con una función que desempeñar. Un plan de mantenimiento preventivo identifica límites en los que no se mejora la fiabilidad sin realizar modificaciones a los sistemas.

El mantenimiento preventivo se divide en dos tipos:

- Mantenimiento rutinario: Aquel que se efectúa en forma repetitiva en equipos o instalaciones, este consiste principalmente en revisión, limpieza y correcciones menores reportados por los responsables del área.

- **Mantenimiento menor:** Es el se requiere dar a los equipos y/o instalaciones de acuerdo al comportamiento (parámetros de operación), diagnósticos (sintomatología), experiencia y/o recomendaciones del fabricante.

Mantenimiento Predictivo

Utiliza herramientas y técnicas de medición de parámetros físicos, para la inspección a los equipos en intervalos regulares, tomando acciones de prevención de fallas antes de su ocurrencia. (Moubray, 2001).

El mantenimiento predictivo siempre puede utilizarse, aplicando las técnicas más sencillas posibles, empleadas por los técnicos habituales de la planta de forma constante y analizando constantemente a la evolución de las variables físicas medidas. (García Garrido, S., 2009).

Filosofías de Mantenimiento

De acuerdo con Arias (2003), existen técnicas utilizadas por las empresas para ayudar a la buena administración del mantenimiento, éstas técnicas muchas veces son implementadas parcial o totalmente según los requerimientos del sistema de cada compañía. Las técnicas o filosofías para la administración del mantenimiento son variadas, entre ellas están el PM, TPM, RCM y ECM.

Arias (2003), también menciona que la filosofía del mantenimiento preventivo (PM) “es el cumplimiento de tareas de inspección y/o servicio que han sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en tiempo específico”. Su objetivo principalmente es prevenir fallas, reducir inventarios, extender tiempo de vida de equipos, minimizar consumo de energía, entre otros. Incluye mantenimiento de rutina (limpieza y lubricación), reemplazos proactivos, restauraciones calendarizadas, mantenimiento predictivo, ingeniería de fiabilidad. Las acciones más relevantes en esta filosofía son: administración de la información (historial, solicitudes, tendencias, etc), detección de fallas (monitoreo de parámetros), identificar fallas críticas y tareas óptimas, Implementar herramientas de análisis de fallas, Establecer criterios de costo-beneficio y Vigilancia periódica.

Torres (2004), define el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas, que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización. Existen 6 pérdidas a medir y controlar; fallas de equipo, preparación o ajustes, inactividad y paros menores, reducción de velocidad, defectos de calidad y pérdidas por arranque. Utiliza dos tipos de indicadores, el OEE (eficiencia global del equipo) y el OPE (eficiencia global de la planta). Se



fundamenta en 8 pilares: mejora focalizada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, capacitación, control inicial, mejoramiento para la calidad, TPM en los departamentos de apoyo y seguridad, higiene y medio ambiente. La implementación del TPM implica: acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo, participación amplia de todas las personas, orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, intervención significativa del personal involucrado en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos, y procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

Mora (2009), indica “el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) se define como un proceso usado para determinar que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal actual (Moubray, 2001, 2004)”. La filosofía del RCM se fundamenta en la evaluación de los componentes de los equipos, su estado y función, identifica componentes críticos, aplicación de las técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo, y chequeo en sitio y en operación del estado corpóreo y funcional de los elementos, mediante revisión y análisis permanentes. El RCM es una táctica que se basa en el permanente cuestionamiento de las actividades de mantenimiento, sigue un proceso lógico, coherente y normativo, las preguntas son:

1. ¿Cuáles son las funciones y parámetros asociados al equipo en su ambiente operacional normal actual?,
2. ¿De qué manera puede fallar y no cumplir las funciones anteriores?,
3. ¿Cuál o cuáles son las causas inmediatas o básicas? ¿Cuál es su causa raíz?,
4. ¿Qué pasa y qué impactos genera cada falla funcional?,
5. ¿Cuál es la importancia de cada falla?,
6. ¿Cómo se puede predecir, prevenir o eliminar cada falla?,
7. ¿Qué controles se pueden ejecutar para controlar la falla, si no hay tareas que permitan anticiparse a ella o anularla?.

También Mora (2009), define al Mantenimiento Proactivo como “una táctica de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan desgaste y que producen la falla de la maquinaria”. El proactivo es una metodología en la cual el diagnóstico y tecnologías predictivas son empleadas para lograr aumentos significativos de la vida de equipos y disminuir tareas de mantenimiento, erradicando o controlando las causas de fallas de las máquinas.

Susuki Tokurato (1996) indicó: "El mantenimiento autónomo es el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que



conformen una línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto".

Para evaluar el grado de éxito que tiene la implementación de las filosofías de mantenimiento, existen varias metodologías. Grajales (2006) concluye que la confiabilidad práctica puede auxiliar al personal de mantenimiento a obtener altos índices de disponibilidad con bajos costos, pero estos resultados sólo serán alcanzados si se adoptan cambios en el entendimiento de la función de mantenimiento y en la postura de todos los involucrados en este proceso.

Cuatrecasas y Torrell (2010) indican "La OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir la eficiencia de los equipos, basados en la disponibilidad, efectividad y calidad".

Nivel jerárquico

De acuerdo al enfoque kantiano de mantenimiento desarrollado por Mora (2009), basado en la filosofía de Immanuel Kant, el mantenimiento se categoriza en 4 niveles jerárquicos. Nivel 1 – Instrumental (que se subdivide en Instrumentos básicos, Instrumentos avanzados genéricos, Instrumentos avanzados específicos e Instrumentos avanzados específicos técnicos en mantenimiento), Nivel 2 – Operativo, Nivel 3 – Táctico y Nivel 4 – Estratégico. Ver figura 3.



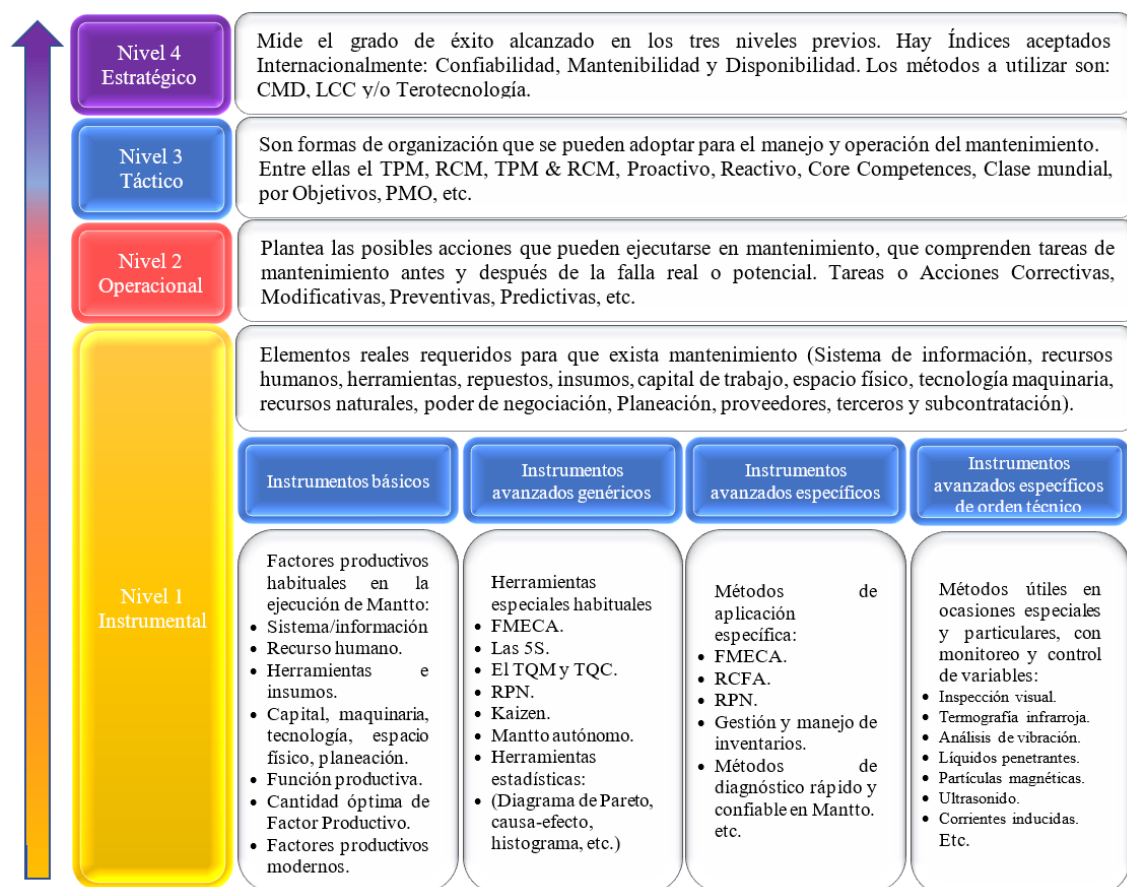


Fig. 3. Niveles jerárquicos de mantenimiento.

Casos de implementación de filosofías de Mantenimiento en la industria

(Valencia, Yarasca, 2023), en el apartado de Discusión de su tesis cuyo tema es “Implementación del TPM para reducir costos de mantenimiento en una corporación de Transportes”, realizaron una comparación de los costos de mantenimiento antes y después de la implementación de 3 pilares del TPM, con resultados favorables en ahorros del 13.9%. Asimismo, hacen referencia a la investigación de Canahua Apaza (2021), “Implantación de metodologías MPT” cuyo objetivo fue la mejora de la eficiencia OEE, en producción de sustitutos, realizada en una metalmecánica en la ciudad de Lima, logrando incrementar el valor del OEE de un 33% a cerca del 86%, un ahorro de casi 5 veces el valor de la inversión. Otra referencia es la investigación de Portugal Reyes (2018) “Implantación del Mantención Total Productivo para Incrementar la Productividad” en la organización de Transportes los Cristales, con el objetivo de determinar la influencia del TPM en el incremento de la eficiencia, eficacia e incremento de la productividad, obtuvieron la eliminación de fallas de motor de sus unidades, incremento de índices de productividad (eficiencia y eficacia), de 43% en marzo-mayo a 79% en julio-

septiembre. En la investigación “Assessment of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in Industrial Environment”, realizada en Ontario – Canadá por (Abdullatif Ben, Hassan, 2020), evalúan el impacto de las 5S, como base del TPM, del Mantenimiento Autónomo y del Mantenimiento Planificado. Las diferencias significativas indican mejoras en sus 3 indicadores, Ratio Producción PR 18%, Ciclo de Tiempo bajó 28% y la disponibilidad EV 11%.

(Badilla Mora, 2022). Realizó en su trabajo de tesis “Estudio del beneficio del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM con el aporte de un programa de lubricación, en el sistema turbogenerador de una central hidroeléctrica” un análisis de modos de falla (AMFE) de los equipos de mayor criticidad (conjunto distribuidor, intercambiador de calor, cojinetes y bomba mecánica), de ahí seleccionó pruebas de aceite para evaluar las condiciones de operación y definir un programa de lubricación basado en el RCM. Como resultados, elevó la disponibilidad del conjunto termo-generador por encima de un 30%, y valores del 16% en las herramientas financieras (TIR-Tasa Interna de Retorno y VAN-Valor Actual Neto).

Casos de implementación de filosofías de Mantenimiento en Insituciones de Educación Superior (IES)

La implementación de los diferentes tipos y filosofías de mantenimiento han tenido mayor aplicación en la industria que en las IES, las cuales en su mayoría han desarrollado e implementado programas de mantenimiento preventivo, los siguientes casos pertenecen a Instituciones del Sistema Tecnológico:

Fornés et, al, (2016) hace mención a que el mantenimiento que espera a que se produzca la falla para intervenir se traduce en pérdidas de producción, costos elevados y disminución en ciclo de vida del activo. El Departamento de Laboratorios y Recursos Audiovisuales (JDLRA) del Instituto Tecnológico de Sonora, brinda apoyo a la docencia con laboratorios equipados con instrumentos, materiales, reactivos y aulas con equipo audiovisual, así como apoyo a la investigación con instalación y mantenimiento de equipo especializado en la siguiente infraestructura: Laboratorios de Veterinaria, Química, Ciencias Biológicas y Alimentarias, Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería Industrial, Alimentos y Bebidas y Diseño Gráfico. Se requiere identificar equipos con oportunidad de mejora en aspectos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, por lo que inició el proyecto “Propuesta de implantación de mantenimiento a través de la metodología de



Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para gestionar la disponibilidad de los equipos”, la cual consta de siete pasos: 1) definir el sistema y determinar la criticidad de equipos, 2) identificar y definir sus funciones; 3) determinar fallas; 4) establecer los modos de falla; 5) determinar los efectos de fallas; 6) valorar consecuencias; y 7), Elaborar un plan de mantenimiento de equipos. Obtuvieron siete equipos críticos, fichas técnicas, recomendaciones de uso, formatos de solicitud y órdenes de trabajo, cronograma de actividades, estrategias de mantenimiento e indicadores para el área. Concluye que cumplió el objetivo al generar medidas que dan soporte y aumentan la disponibilidad, cumpliendo previamente con la confiabilidad y mantenibilidad.

En el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Gómez (2014), menciona que el mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en cualquier tipo de empresa o institución, es por eso que nace la necesidad de establecer planes de mantenimiento, para evitar la falla de los equipos, encontrar y corregir los problemas menores. Su finalidad es mantener las máquinas y los equipos en un estado operativo y eficaz, dentro de un proceso dinámico, complejo, estratégico y bajo un estricto control.

En el año 2014, se llevó a cabo la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en el Departamento de Mantenimiento de Equipo a través de un proyecto de residencia profesional, las actividades serían realizadas por personas capacitadas, con la finalidad de que el personal de la institución obtuviera un mayor beneficio y un mejor rendimiento en las labores diarias. Se concluye que al elevar la eficiencia y mejorar el funcionamiento de los equipos e instalaciones, se logrará tener mayor productividad y dar un mayor seguimiento al historial y funcionamiento de los equipos, la seguridad del personal operario será mayor al minimizar el riesgo de que el equipo pueda ocasionar un accidente. Finalmente, se tendrá una mejor continuidad al reducir los paros en los equipos por descompostura o falla, ya que se logra un mejor control en el stock del material y refacciones para su reemplazo oportuno, por lo tanto, el ahorro en economía sería significativo al disminuir la frecuencia de fallas en los equipos. En otras instituciones que no pertenecen al Sistema Tecnológico, se encontró al Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Nájera (2019), en su trabajo de tesis “Proyecto de intervención para la mejora de los procesos dentro de laboratorios de ingeniería de alimentos”, menciona que el plan propuesto se ejecutó a través de la recopilación de datos para su uso en herramientas como la clasificación de equipos



por criticidad, la valoración de riesgos y la estratificación de inventarios, además de la puesta en marcha de sistemas de información. Los resultados de la intervención se observaron en la mejora de los requerimientos técnicos: habiendo partido de cero se logró que un 10% de los artículos identificados tenga una frecuencia de revisión establecida, y que un 47% de los equipos de laboratorio y planta piloto cuenten con una política de mantenimiento bien definida. Concluye: Tras establecer que se trabajaría para la mejora de la gestión de recursos de los laboratorios de ingeniería de alimentos se identificaron dos procesos críticos a intervenir: las políticas de mantenimiento y el control de inventarios. Respecto a la mejora de las políticas de mantenimiento, se diseñó una herramienta basada en la gestión de riesgos que permite evaluar la importancia de un equipo dado y seleccionar el plan de mantenimiento adecuado. Se observó que la aplicación de las herramientas diseñadas ha tenido como resultado la mejora gradual de los métricos relacionados con requerimientos técnicos.

Una investigación llevada a cabo por Loaiza (2019) sobre la gestión del mantenimiento correctivo dentro de universidades públicas en la región de Costa del Lago (Venezuela), donde se realizó una comparativa de los indicadores analizados (planificación, organización, dirección, control y gestión de las labores de mantenimiento realizadas) con exposiciones de otros autores entendidos en la materia del mantenimiento, su administración, planificación y control, concluyó que las universidades sometidas a estudio (Instituto Universitario de Tecnología de Cabimas, Universidad Experimental Rafael María Baralt y Universidad del Zulia) realizan labores de mantenimiento correctivo a sus instalaciones cuando la falla ocasiona la paralización de sus actividades académicas y/o administrativas. Esto, como fruto de una gestión del mantenimiento deficiente, además una mala gestión de los recursos financieros del área de mantenimiento.

En el informe realizado por Galarza (2021) sobre la propuesta de implementar un plan de mantenimiento preventivo en una universidad privada en Lima Metropolitana, describe que la institución sometida a estudio no cuenta con un sistema de gestión del mantenimiento ni tampoco existe un flujo de actividades orientado a prevenir los desperfectos y fallas en los equipos e instalaciones, lo que trae consigo diversos problemas, tales como fallas de equipos, baja confiabilidad, incremento de horas extras por las atenciones de emergencias y excesos de consumo energético por parte de los equipos dañados. En los resultados de su trabajo, se observó cómo la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento



preventivo obtuvo múltiples mejoras en la institución, tales como un mejor tiempo de respuesta, mejores tiempos de reparación, mejores periodos de disponibilidad, reducción de costos en mantenimiento, entre otras.

Huamán (2019) aborda la relación entre la gestión de mantenimiento y la calidad de servicio en la Universidad del Callao en el cual se utilizó un método sencillo y asertivo de enfoque cuantitativo, nivel correlacional y diseño no experimental, el método hipotético, deductivo. En el estudio conformado por 104 trabajadores de diferentes áreas, se llevó a cabo dos cuestionarios y los resultados fueron estadísticamente revisados y organizados con tablas y gráficos, así como la comprobación de las hipótesis planteadas, se encontró evidencia de que mejorar la gestión de mantenimiento en la Universidad del Callao podría tener un impacto positivo en la calidad de servicio, respaldado por resultados estadísticamente significativos.

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo en el TecNM.

El TecNM, comprende el sistema de los Institutos Tecnológicos del País, tiene definido un Procedimiento para el Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Infraestructura y Equipo con referencia en las Normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, en él, se describen las actividades y funciones de los responsables, contempla dos tipos de Mantenimiento: el Correctivo y el Preventivo, y utiliza un indicador que mide el porcentaje de mantenimiento realizados vs los mantenimientos programados y/o solicitados.

- Mantenimiento Preventivo – Verifican las condiciones de infraestructura y equipos de la Institución; se elabora el programa de mantenimiento; al asignar la actividad, si es a personal externo se gestiona la subcontratación del servicio, si es a personal interno, se da la orden de trabajo; se supervisa y verifica el servicio; se realiza la liberación y se registra la actividad.
- Mantenimiento Correctivo – Consiste en la detección de la falla; recibir la solicitud de mantenimiento correctivo; asignar la actividad con el mismo protocolo que el descrito en mantenimiento preventivo.

Se generan 4 registros:

Lista de verificación: fecha, espacio revisado, hallazgo, si (atención inmediata) o no (programar).

Programa de mantenimiento preventivo: año, servicio, interno o externo, fecha de programación, fecha



de realización y en su caso fecha de reprogramación.

Solicitud de mantenimiento: área y nombre del solicitante, fecha y descripción del servicio.

Orden de trabajo: tipo de mantenimiento (correctivo o preventivo), interno o externo, personal que lo realiza, fecha, descripción de actividades, verificación y aprobación.

La gestión de mantenimiento de cualquier institución es una metodología adaptativa a las necesidades de su entorno y los tipos de mantenimiento a utilizar deben estar sujetos a un análisis particular. De acuerdo con la teoría y referencias revisadas, existe la manera de adaptar diferentes tipos de mantenimiento haciendo un traje a la medida de una institución o empresa.

METODOLOGÍA

Toda investigación requiere de la definición de etapas para alcanzar el objetivo, en este caso, se consideran 7 etapas que se describen a continuación (ver Figura 4):



Fig. 4. Etapas de la investigación.

Etapa 1: Conceptualización - Identificación y revisión de información a partir de antecedentes históricos del mantenimiento, sobre los tipos y filosofías de mantenimiento existentes, su clasificación, evolución, herramientas técnicas y estudios actuales, así como el desarrollo de nuevas filosofías con estrategias aplicables en la industria y a las IES.

Etapa 2: Investigación - Búsqueda relacionada con los tipos y filosofías de mantenimiento utilizados en Instituciones de Educación Superior nacionales e internacionales, poniendo una especial atención a proyectos desarrollados en Instituciones pertenecientes al Sistema Tecnológico.

Etapa 3: Estudio – Revisión y análisis del Procedimiento vigente para el Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Infraestructura y Equipo del TecNM, identificando tipos de mantenimiento, actividades a desarrollar, personal involucrado, que registros deben generarse y la forma de evaluación.

Etapa 4: Inspección - Revisión y análisis de la documentación y registros históricos dentro del Departamento de Mantenimiento de Equipo del IT de Tepic, se utilizan preguntas guía para la inspección: ¿Los registros usado por el Departamento de Mantenimiento coinciden con los registros descritos en el procedimiento del TecNM?, ¿La información proporcionada en los registros corresponde

con la guía de llenado?, ¿Qué datos se utilizan en la descripción de las actividades realizadas?, ¿Se observa alguna clasificación de equipos?, ¿Es posible identificar los tipos de fallas más comunes?, ¿Existen políticas para priorizar y programar las actividades de mantenimiento?, ¿Existe trazabilidad de los registros de acuerdo al procedimiento?, ¿Es suficiente la información en los registros para hacer una evaluación de la gestión actual?, ¿Se facilita la obtención de información relevante?

Etapas 5: Categorización - Se categoriza el tipo de mantenimiento que se realiza en la Institución, basándose en el estudio del procedimiento en la etapa 3, los resultados de la inspección (etapa 4), y comparándolos con los sistemas de mantenimiento descritos en la conceptualización (etapa 1), a continuación se establece un nivel de cumplimiento de la filosofía de mantenimiento identificada y por último se determina el nivel jerárquico según el enfoque Kantiano de mantenimiento para tener un punto comparativo.

Etapas 6: Detección de áreas de oportunidad – Se describen las fortalezas y debilidades encontradas a partir de la revisión documental de la etapa 4, y se toma en cuenta el nivel de cumplimiento de las actividades que se vienen realizando con el procedimiento descrito por el TecNM y la filosofía de mantenimiento categorizada en la etapa 5, por último se definen las áreas de oportunidad.

Etapas 7: Propuestas de mejora – Son acciones que se recomienda realizar y que son consistentes con el tipo de mantenimiento y nivel jerárquico definido en la etapa 5 con el objetivo de llegar a un punto óptimo en esta categorización, en primera instancia se lleva una reunión de trabajo con el personal del área de mantenimiento en la que se utiliza una lluvia de ideas sobre las acciones que facilitan la solución de las áreas de oportunidad detectadas en la etapa 6, posteriormente se seleccionan herramientas técnicas que abonen a la solución planteada, por último se define un plan de acción para su implementación.

Los instrumentos de trabajo empleados en este estudio documental incluyeron: ficha bibliográfica, destinada a recopilar los datos fundamentales de las fuentes bibliográficas consultadas; ficha de artículos, utilizada para obtener datos esenciales de la publicación de los artículos revisados; ficha de síntesis, empleada para extraer de manera concisa la información de las fuentes consultadas; fichas de citas textuales, utilizadas para recopilar la información de manera textual; y fichas de interpretación, empleadas para resumir e interpretar la información obtenida durante la consulta.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mantenimiento de equipos y estructuras en las IES es esencial para garantizar un entorno propicio a las actividades académicas y administrativas. En este contexto, es crucial implementar estrategias efectivas de mantenimiento que optimicen el funcionamiento de los equipos y reduzcan tiempos de inactividad. Se destaca la importancia de la sistematización de actividades de mantenimiento en todo tipo de organización ya sean instituciones del sector público o entornos industriales, en ambas se requiere un profundo conocimiento de la fiabilidad de las instalaciones y el uso de herramientas estadísticas se presenta como una práctica necesaria para determinar tiempos óptimos de intervención y mejorar la eficiencia del proceso.

De acuerdo con los autores consultados para la etapa de Conceptualización, las definiciones de mantenimiento abarcan acciones destinadas a mantener o reacondicionar componentes, equipos o sistemas, con enfoques preventivos y correctivos. Se destaca la importancia del mantenimiento predictivo, que utiliza herramientas y técnicas de medición para prevenir fallas antes de que ocurran. También se mencionan tipos de mantenimiento preventivo, como el rutinario, y el menor, cada uno con su enfoque específico. El mantenimiento autónomo se presenta como un conjunto de disposiciones técnicas para garantizar el funcionamiento adecuado de máquinas e instalaciones. El mantenimiento ha evolucionado consistentemente junto con la industria, la competencia y globalización en la que ahora se desenvuelven exigen el uso de técnicas y filosofías de mantenimiento cada vez más complejas y sofisticadas, de ahí el surgimiento del TPM, RCM, Mantenimiento Proactivo, PMO, etc.

Con la investigación documental se identificaron casos de estudio sobre la implementación de filosofías de mantenimiento en la industria, principalmente el TPM, RCM y 5S, en los que concluyen con el incremento de diversos indicadores de disponibilidad. La investigación también revela que varios Institutos Tecnológicos y otras IES que no pertenecen al Sistema Tecnológico, han realizado esfuerzos para mejorar la gestión del mantenimiento, ya que el procedimiento actual de cada institución no ha sido suficiente para optimizar los recursos (humanos, materiales, financieros, etc.). Todas las propuestas encontradas, incluyen estrategias de mantenimiento coincidentes a pesar de que las filosofías utilizadas sean distintas, por ejemplo, utilizan estrategias para identificar y diagnosticar el sistema, clasificación por criticidad, detección de modos de falla, valoración de riesgos y plan de acción, revisión de políticas



de mantenimiento, control de inventarios y uso de indicadores para medir la efectividad, en todos los casos se tiene como base actividades con la filosofía de MP a las cuales se le agregan estrategias acordes a la filosofía utilizada. La implementación de programas de mantenimiento preventivo contribuyó a optimizar recursos e incrementar la vida útil de los equipos, disminuyendo a su vez los mantenimientos correctivos que resultan en mayor costo. Se evidencia cómo la planificación adecuada y la gestión eficiente del mantenimiento mejoran la eficiencia, seguridad y calidad de los servicios.

Los sistemas modernos de mantenimiento implican la combinación de estrategias, técnicas y herramientas de diferentes filosofías, mismas que pueden utilizarse parcial o completamente según las necesidades de la gestión de mantenimiento. Es decir, se comprueba que es factible adaptar las filosofías de mantenimiento para generar un nuevo modelo de gestión propio a las condiciones particulares de una Institución.

Inspección – Revisión y análisis de la documentación

Los registros usados por el Departamento de Mantenimiento, si coinciden con los registros descritos en el procedimiento del TecNM, éstos son: Lista de verificación, Programa de Mantenimiento Preventivo, Solicitud de Mantenimiento y Orden de trabajo. La información utilizada en el llenado de los registros corresponde con la guía de llenado pero no está estandarizada, se utilizan diferentes nombres para referirse a las mismas áreas y equipos, y los datos técnicos utilizados para el llenado de actividades en equipos del mismo tipo son diferentes. Los documentos están organizados y es posible hacer la trazabilidad de las actividades siguiendo el procedimiento descrito en el manual.

Para detección de fallas, se recorren las instalaciones en los periodos intersemestrales, los hallazgos se registran en el formato de lista de verificación y las reparaciones se calendarizan en el formato programa de mantenimiento, se hace notar que para la programación no existen políticas claras, se programa por edificio sin considerar aspectos como nivel de utilización del equipo, periodos disponibles para mantenimiento, importancia del equipo, etc., además las fechas de realización de actividades en ocasiones no corresponde con lo programado. En el formato de orden de trabajo correctivo, la descripción de las actividades realizadas es libre, ello implica que se coloque información general y algunas veces sin diagnóstico o procedimiento, aún así, se logró identificar fallas y actividades realizadas comunmente (ver tabla 1), el manejo de datos es complicado ya que no existe un mecanismo



definido para el registro estadístico. Los equipos están agrupados principalmente en Aires Acondicionados y Equipos de Laboratorio, pero es posible que sean necesarias más categorías para otros equipos e infraestructura con características distintas.

Tabla. 1. Resumen de actividades de Mantenimiento en la Institución.

Equipos de Laboratorio	
Mantenimiento Preventivo	Limpieza general externa e interna
Mantenimiento Correctivo	Personal interno // Reparación de equipos con recambio de piezas: bandas, válvulas, sensores, mangueras, clavijas, controladores de temperatura, resistencias eléctricas, interruptores termomagnéticos, etc. Limpieza de turbinas, enfriadores y serpentines, ajustes y calibraciones de piezas. Reparación de circuitos eléctricos y su adaptación para nuevas instalaciones. Instalación de equipos nuevos y pantallas de TV. Personal Externo // Reparación de bombas de vacío, liofilizadoras, destiladores, autoclaves, muflas, microscopios, entre otros.
Aires Acondicionados	
Mantenimiento Preventivo	Limpieza, desarme y revisión recomendado por el fabricante.
Mantenimeinto Correctivo	Detección de fugas y recarga de refrigerante, cambio de capacitor, contactor, bandas, interruptores termomagnéticos, termostatos, motor condensador, turbina, baleros, compresor, tubería y charola de drenaje, etc.

La información disponible en los registros es suficiente para medir el indicador declarado en el procedimiento: porcentaje de mantenimiento realizado vs mantenimiento programado y/o solicitado (ver Figura 5), además la información puede utilizarse para determinar, entre otros, porcentaje de mantenimiento preventivo vs mantenimiento correctivo (ver Figura 6).

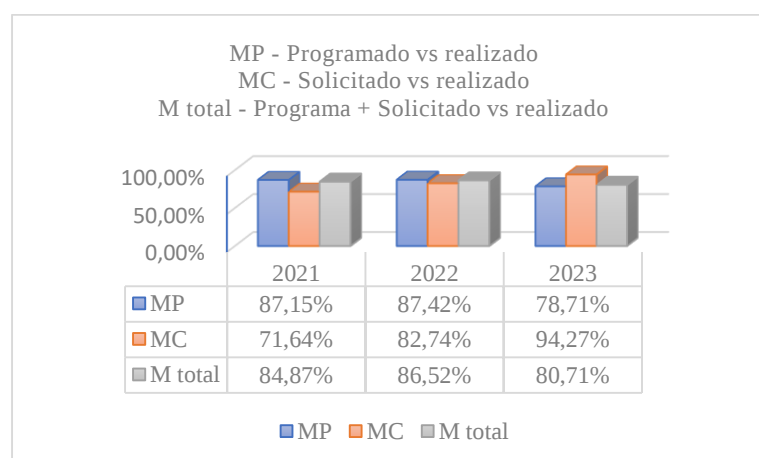


Fig. 5. Indicador de cumplimiento de Mantenimiento

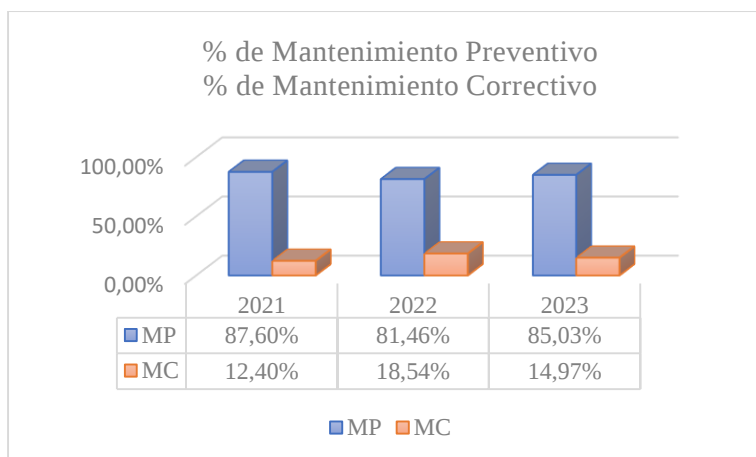


Fig. 6. Porcentaje de MP vs MC.

Los indicadores muestran el grado de atención que se le da a la infraestructura, pero no presenta el panorama completo, por ejemplo, en la Figura 5 el porcentaje de preventivos del total de mantenimientos realizados en 2021 y 2022 está por encima del 87% y en el 2023 decrece a 78.71%, pero indica que la cantidad de actividades programadas creció a más del doble entre 2021 y 2023, en cuanto al porcentaje de correctivos, indica tendencia de mejora en la atención con 94.27% en 2023, pero al mismo tiempo se debe tomar en cuenta que la cantidad de solicitudes de correctivos se triplicó de 2021 a 2023. La figura 6 muestra los porcentajes de preventivos vs correctivos, información que es relevante si se definen los niveles máximos de cada tipo de mantenimiento ya que el impacto en costo de mantenimiento correctivo en un equipo de laboratorio llega a ser 4, 5 o hasta 8 veces mayor al costo de mantenimiento preventivo, para establecer los valores límites se debe hechar mano de algún instrumentos avanzado genérico (Ver Fig 3).

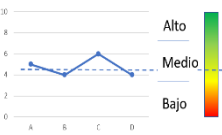
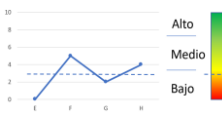
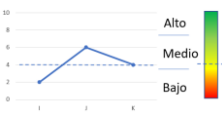
En resumen, el análisis de los documentos y el indicador proporcionan información valiosa para la toma de decisiones, pero no dan respuesta a los comentarios y quejas hechas por los usuarios de los equipos e instalaciones, ya que se requiere conocer por ejemplo la disponibilidad de los equipos, tiempo medio de reparación, tiempo de solución de una falla, etc., y también, tener disponible información para conocer costos de mantenimiento, realizar análisis de fallas o implementar cualquier otro instrumento avanzado.

Categorización

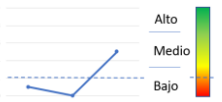
La etapa anterior permite verificar que las actividades del Departamento de Mantenimiento de Equipo son congruentes con el procedimiento analizado en la etapa 3, se identifican dos filosofías:

Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo. El nivel de MP se basa en prácticas comunes de gestión de mantenimiento en la industria e IES; Nivel Bajo, caracterizado por planes limitados, correctivos recurrentes e inspecciones ocasionales; Nivel Medio, planes de preventivo con frecuentes modificaciones, revisiones periódicas y recambio de piezas con riesgo de fallo; y Nivel Alto, con acciones preventivas constantes, plan definido, monitoreo de equipos y análisis de fallos. Para determinar el nivel de MP en la Institución, se evalúa cada aspecto de acuerdo a las acciones ejecutadas, arrojando un nivel medio a bajo (ver tabla 2).

Tabla. 2. Niveles de MP en la Institución.

ASPECTO	ID	ACCIÓN	NIVEL DE MP
Administración de la información	A	Clasificar y priorizar equipos	 Nivel de aplicación: Medio ■ Utiliza - Inventario y documentación técnica, equipos clasificados, registro de actividades de mantenimiento y uso de software para registros. ■ Requiere - Uso de historial, priorizar equipos, mejorar clasificación y registro de información, uso de software para seguimiento y control.
	B	Inventario, archivos técnicos, historial de equipos y fallas	
	C	Registro de actividades	
	D	Uso de software o base de datos	
Procedimientos	E	Identificación de tareas óptimas	 Nivel de aplicación: Bajo ■ Utiliza - Rutinas de MP de aires acondicionados, Lista de verificación, se hace retroalimentación por trabajador. ■ Requiere - Identificar tareas óptimas, estandarizar rutinas para equipos y canales de comunicación efectiva.
	F	Elaborar procedimientos/rutinas	
	G	Uso de Lista de Verificación	
	H	Retroalimentación con personal	
Programación	I	Uso de políticas de Mantto	 Nivel de aplicación: Medio ■ Utiliza - Actividades calendarizadas y frecuencias con recomendaciones del fabricante (en A/A). ■ Requiere - Ajustar el programa de mantenimiento diseñando políticas que consideren el estado general del equipo, su criticidad y otros factores relevantes.
	J	Calendarización y frecuencia de actividades	
	K	Ajustes y actualización del Programa	
Diagnóstico de fallas	L	Definir parámetros de tendencia	Nivel de aplicación: Medio



	M	Medición de variables o señales de fallas		■ Utiliza - Inspección visual, equipo y herramienta básica para medición y uso de termografía en instalación de A/A. ■ Requiere - Fijar parámetros de operación e introducir el uso de nuevas tecnologías específicas en equipos críticos.
	N	Inspección del estado de equipos y componentes		
Estrategias para el análisis de fallas	O	Verificar tendencia de fallas		■ Nivel de aplicación: Bajo
	P	Identificación de fallas críticas		■ Utiliza - Lluvia de ideas para identificar la causa de fallas reiterativas y se analizan. ■ Requiere - Analizar las fallas con estrategias de MP y/o un método estandarizado.
	Q	Ruta de causas de fallas de equipos		
Indicadores:	R	Criterios de costo-beneficio		■ Nivel de aplicación: Bajo
	S	Fiabilidad, disponibilidad, Mantenibilidad.		■ Utiliza - Un indicador que verifica nivel de cumplimiento de las actividades programadas y las solicitadas. ■ Requiere - Definir otros indicadores de Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.
	T	Análisis de resultados		
Capacitación	U	Entrenamiento técnico		■ Nivel de aplicación: Bajo
	V	Capacitación en solución de problemas		■ Utiliza - Capacitación del personal en temas relacionados a sus habilidades blandas. ■ Requiere - Establecer un programa de capacitación en diversas habilidades técnicas y personales.
	W	Comunicación efectiva		

Ahora, desde el enfoque Kantiano de mantenimiento, el **Nivel Instrumental**, señala los elementos tangibles utilizados para efectuar las tareas. El DME del IT de Tepic utiliza los siguientes instrumentos:

Instrumentos Básicos. a) Sistema de información con 4 registros, un indicador de mantenimiento y un sistema de requisiciones para solicitar insumos, repuestos y herramientas. b) Personal con conocimientos y habilidades en soldadura, electricidad, servicio a aires acondicionados y sistemas de refrigeración, plomería, carpintería y albañilería. c) Espacios físicos, el taller tiene áreas de oficina, almacén, mesa de trabajo, patio y baño. d) La función productiva es realizar actividades de MP y MC a equipos para mantenerlos en condiciones de conformidad con los requisitos del Servicio Educativo.

Instrumentos Avanzados Específicos de Orden Técnico. Uso de termografía para detección de puntos



calientes en conexiones eléctricas y medición de temperatura.

Nivel Operativo, son acciones mentales que desarrolla el hombre sobre la máquina, el DEM realiza: Acciones Correctivas (Detección y localización de fallas, desmontaje, recuperación/sustitución, pruebas y verificación), Acciones Modificativas (Determina la causa raíz de un problema y modifica el equipo con conceptos propios de diseño) y Acciones Preventivas (Intervención programada para evitar fallas).

En el **Nivel Táctico**, la forma de organización está orientada a llevar a cabo actividades de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo Programado.

Y en el **Nivel Estratégico**, se tiene un indicador que mide el MP y el MC realizado vs el mantenimiento programado y/o solicitado.

Una vez aplicado el enfoque Kantiano de mantenimiento, se determina que el grado de aplicación de cada nivel es básico, realizando actividades mayormente en los Niveles Instrumental y Operativo, y coincide con el resultado a partir del análisis con la filosofía de Mantenimiento Preventivo.

Áreas de oportunidad

En la tabla 2 se hace mención de fortalezas y debilidades que se consideran más relevantes derivados de la revisión de los registros del Departamento de Mantenimiento de Equipo del IT de Tepic, se utilizan las mismas preguntas de la etapa 4.

Tabla. 3 Hallazgos en los registros de mantenimiento.

Fortalezas	DEBILIDADES
▪ Utilizan todos los registros declarados en el procedimiento, cumplen con su función de diseño y se puede hacer trazabilidad, sirven como evidencia de actividades realizadas. ▪ La información contenida corresponde con lo solicitado en la guía de llenado. ▪ Existe una noción para el agrupamiento de equipos. ▪ Es posible medir el indicador declarado en el procedimiento del tecnm. ▪ Es factible estandarizar el llenado de los documentos y orientar al personal, para la obtención de otros indicadores relacionados con mano de obra, tipos de fallas, carga de trabajo, status de ordenes de trabajo, indicador de tiempo por días de reparación, etc.	▪ Sobre el llenado de los documentos: ▪ Nombres de equipos no estandarizados, varían de un registro a otro. ▪ No tiene detalles técnicos de equipos, refacciones o insumos utilizados. ▪ La descripción de actividades en la orden de trabajo no está estandarizada, es muy general, se omite información importante sobre fallas y procedimientos. ▪ Sobre la gestión del mantenimiento: ▪ El análisis de información se dificulta y es tardado ya que se obtiene de registros no estandarizados. ▪ Agrupan equipos por área o edificio, sin importar características, capacidades y funcionamiento, dificulta el seguimiento individual. ▪ Variación del número de MP cada periodo para un mismo equipo y no se observa una política clara que lo explique. ▪ El MP aplicado a equipos de laboratorio corresponde solo a limpieza. ▪ Variación en periodos de atención para una misma falla en equipos similares. ▪ La información de los registros es insuficiente para realizar análisis completo que apoye en la toma de decisiones (adquisición de materiales, asignación de actividades, tiempos de ejecución, etc). ▪ Los indicadores obtenidos presentan solo una parte del panorama general.

A continuación de enlistan las áreas de oportunidad detectadas a solventar para obtener mayor eficiencia en las actividades que ocupan a la filosofía de MP y que en un futuro podrían ser la plataforma para la implementación de filosofías con mayor grado de especialización.

1. Inventario de equipos inconsistente.
2. Llenado deficiente de los registros de mantenimiento.
3. Clasificación pobre de equipos y no contar con niveles de criticidad.
4. No se tienen rutinas de mantenimiento o actividades estandarizadas para fallas comunes.
5. El programa de mantenimiento no responde a políticas para priorizar.
6. El indicador declarado en el procedimiento no proporciona información suficiente.
7. Los periodos de respuesta a fallas similares varían sin razón aparente.
8. El personal no está capacitado para brindar mantenimiento mayor a Equipos de Laboratorio.



9. No están definidos los canales de comunicación efectiva.
10. No se hace un análisis de fallas .
11. Se requiere un sistema informático para la obtención rápida de reportes.

Propuestas de mejora

1. Dado que el nivel de las actividades de mantenimiento están valoradas de mediano a bajo, se propone definir acciones que lleven a dominar la filosofía de MP antes de implementar otras filosofías con estrategias más complejas. Algunas propuestas son:
2. Estandarizar los datos que se utilizan en el llenado de los documentos.
3. Diseñar y/o modificar los formatos para el registro del mantenimiento.
4. Definir políticas de clasificación y priorización equipos para programar el mantenimiento.
5. Crear rutinas de mantenimiento por equipo y fijar su periodicidad.
6. Identificar parámetros de funcionamiento y sus rangos de operación normales por equipos.
7. Diseñar procedimientos y estrategias para la detección y análisis de fallas.
8. Elaborar un registro digital con el concentrado de información suficiente en una base de datos para la obtención de reportes de manera rápida y eficaz.
9. Ajustar el sistema de gestión de mantenimiento para mayor control, seguimiento de actividades, identificación, análisis de fallas y su tendencia, y análisis de los resultados.
10. Diseñar un programa de capacitación para actualización técnica, habilidades administrativas y desarrollo personal del recurso humano, en función de las necesidades del área.
11. Integrar nuevos indicadores de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

CONCLUSIONES

La importancia del mantenimiento en las IES radica en la conservación de equipos, la optimización de recursos y la mejora continua. Los modelos de gestión del mantenimiento contribuyen a la eficiencia operativa, la seguridad y la calidad de los servicios ofrecidos, especialmente en el Instituto Tecnológico de Tepic, dónde se destaca como elemento crucial para el funcionamiento eficaz de equipos e instalaciones.

Aunque las IES dependen de las condiciones de su infraestructura para ser consideradas como Instituciones de calidad, no se compara con el nivel de exigencia en la industria, ya que el factor



productivo (desarrollo de habilidades y conocimientos) se logra no solo con la utilización de prácticas en equipos de laboratorio, también los hace con diversas estrategias de enseñanza aprendizaje, dando un importante margen de maniobra en los periodos de reparación, en cambio, la industria mide los niveles calidad y producción que tienen relación directa con las condiciones de sus equipos y procesos, por ello, utilizan estrategias o filosofías de mantenimiento más sofisticadas y con mayor nivel jerárquico.

El procedimiento de mantenimiento utilizado en los Institutos Tecnológicos es la base para brindar un nivel adecuado de mantenimiento, y debe ser ajustada a las necesidades de cada institución implementando estrategias de mantenimiento pertinentes, como un traje a la medida. El trabajo realizado en esta investigación permitió conocer la situación actual en el IT de Tepic, categorizar el mantenimiento, detectar áreas de oportunidad y proponer acciones cuyo objetivo es alcanzar el nivel óptimo de la filosofía de MP.

Mejorar un modelo de gestión de mantenimiento implica hacer un planeación estratégica para el logro progresivo de los niveles jerárquicos del enfoque Kantiano de mantenimiento, ya que los elementos del nivel instrumental inciden directamente en los siguientes niveles independientemente de la filosofía de mantenimiento que se proyecte utilizar.

En referencia a la frase de Peter Drucker “Lo que no se puede medir no se puede controlar, lo que no se puede controlar no se puede gestionar, lo que no se puede gestionar no se puede mejorar”, es necesario definir indicadores que midan la eficacia de las actividades de mantenimiento para así establecer estrategias para la mejora continua, las filosofías de mantenimiento como el RCM, TPM, PM, PMO, etc., fundamentan sus principios en la medición de indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdullatif Ben, Hassan, 2020; Assessment of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in Industrial Environment. University of Windsor Windsor, Ontario, Canada.
- Arias Salazar, L. L. 2003. Productividad en el mantenimiento de industrias manufactureras. Tesis Licenciatura. Ingeniería Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial y Textil, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Abril. Derechos Reservados © 2003.
- Badilla Mora, J. D. (2022). Estudio del beneficio del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM con el aporte de un programa de lubricación, en el sistema turbogenerador de una central hidroeléctrica. Universidad Técnica Nacional Sede Central Ingeniería Electromecánica. P. 190-199, 134-136.
- Canahua Apaza, 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. Revista Industrial Data 24(1): 49-76 (2021). . Facultad de Ingeniería Industrial – UNMSM. ISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9993 (Electrónico). DOI: <https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Cuatrecasas, L y Torrell, F (2010). TPM en un entorno Lean Management. Barcelona, 411 p.
- Fernández, E. (2018). Gestión de mantenimiento: Lean maintenance y TPM. Universidad de Oviedo. Oviedo, España.
- Fornés-Rivera, René; Ochoa-Espinoza, Luis; Cano- Carrasco, Adolfo y González-Valenzuela, de laboratorios de una Institución de Educación Superior. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería 2016, 3-8: 77-86
- Galarza, E. (2021). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de la facultad de ingeniería de una universidad privada en Lima Metropolitana. Recuperado de; <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6726>
- García Garrido, S.; El Fracaso Asegurado de un Jefe de Mantenimiento, artículo en línea 2007, consultado el 15/12/2009, URL disponible en: <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com>



- Gómez Pérez, J. J. (2014). *Desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos de laboratorios del ITTG* (Doctoral dissertation).
- Grajales, D. H. M., Candelario, M. P., & Sánchez, Y. O. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia technica*, 1(30). 155-160
- Huamán, G. (2018). Gestión de mantenimiento y calidad del servicio en la Universidad Nacional del Callao. Recuperado de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27697>
- Kardek, A.; Nascif, J.; Mantenimiento, Función Estratégica, Ed. Qualitymark, CIP Brasil, Rio de Janeiro, 2002
- Loaiza, A. (2019). Gestión de mantenimiento correctivo en las instalaciones universitarias públicas de la Costa Oriental del Lago. *Revista Enfoques*, 3(9), 15–31. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/journal/6219/621964639002/html/>
- Manual de Organización de los Institutos Tecnológicos (1992). P116.
http://dgest.gob.mx/images/areas/difusion0101/Difusion0101/2018/JUNIO/DOCUMENTOS/29_PLANEACIÓN_Y_EVALUACIÓN_/1parte.pdf
- Michael Herrera-Galán, Yoenia Duany-Alfonzo. Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*/ISSN 1815-5936/Vol. XXXVII/No. 1/enero-abril/2016/p.2-13
- Mora Gutiérrez, A. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. México D.F.
- Moubray, J.; Introducción al RCM, Editorial Aladon Ltd, 2001
- Nájera Quintero M. D. (2019). Proyecto de intervención para la mejora de los procesos dentro de laboratorios de ingeniería de alimentos en el ITESO. Tesis de Maestría, ITESO.
- Portugal Reyes, S. J. (2018); Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad en la Empresa de Transportes los Cristales S.A.C., la Victoria, 2018. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. *Tecnica*



Industrial, .1

Sexto, L. F. (2017). Tipos de mantenimiento:¿ cuántos y cuáles son. Revista Mantenimiento en Latinoamérica. (9), 4, 14-17.

Susuki, Tokurato. (1996). Japan Institute of Plant Maintenance. TPM en industrias de proceso. España, Madrid. 385 p.

Tecnológico Nacional de México. s.f. Procedimiento para el Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Infraestructura y Equipo (TecNM 2017). Recuperado de:

https://www.tecnm.mx/dir_calidad/gestion_calidad/TecNM-AD-PO001.pdf?archivo=23

Torres, L. (2004). Mantenimiento, su implementación y gestión. Córdoba, Argentina: Universitas - Editorial Científica Universitaria.

Valencia Ramírez, J. R; Yarasca Payano, T. (2023). Implementación del TPM (Mantenimiento total productivo), para reducir costos de mantenimiento en la Corporación de Transportes J & L SAC, Sta, Anita, 2023. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela profesional de Ing. Industrial. P. 46-49.

Wireman, T. Desarrollo de indicadores de desempeño para Administración de Mantenimiento. Ed. Rojas Eberhard Editores Ltda. Colombia, 1998.

