



Plan de mantenimiento productivo total (TPM) aplicado al taller industrial de la unidad educativa "siete de Octubre" para la mejora de la eficiencia y productividad de los procesos académicos

Total Productive Maintenance (TPM) plan applied to the industrial workshop of the "Siete de Octubre" educational unit to improve the efficiency and productivity of academic processes

Plano de Manutenção Produtiva Total (TPM) aplicado à oficina industrial da unidade educativa "Siete de Octubre" para melhorar a eficiência e a produtividade dos processos académicos

Walter Joffred Jácome Vélez ^I
wjacomev@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5722-9899>

Jeyson Patricio Egas García ^{II}
jegasg@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0064-8638>

Víctor Fabricio Moreno Riquero ^{III}
vmoreno2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1516-5823>

Víctor Fabricio Moreno Riquero ^{IV}
vmoreno2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1516-5823>

Correspondencia: wjacomev@uteq.edu.ec

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de agosto de 2025 * **Aceptado:** 24 de septiembre de 2025 * **Publicado:** 09 de octubre de 2025

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal la implementación de un Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el taller industrial de la Unidad Educativa “Siete de Octubre”, con el fin de mejorar la eficiencia y productividad de los procesos académicos. Se identificó que la falta de un programa de mantenimiento estructurado ha ocasionado un notable deterioro en los equipos, lo cual repercute negativamente en el desarrollo práctico de los estudiantes y pone en riesgo su seguridad. El enfoque metodológico se basa en el modelo de TPM, el cual integra a todos los actores institucionales en la gestión proactiva del mantenimiento. Se diseñaron estrategias como la capacitación del personal, la implementación de mantenimiento autónomo, la programación de mantenimientos preventivos y la creación de indicadores de desempeño para medir la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas. Esta propuesta busca no solo prolongar la vida útil de los equipos, sino también establecer una cultura organizacional basada en la mejora continua, el trabajo en equipo y la responsabilidad compartida. La aplicación del plan contribuirá a optimizar el uso de los recursos, reducir los tiempos improductivos, minimizar los fallos inesperados y garantizar condiciones adecuadas para el aprendizaje técnico. Además, la sostenibilidad del taller dependerá de la integración del TPM en los procesos administrativos y académicos, permitiendo un desarrollo más eficiente de las prácticas estudiantiles. Como resultado, se espera un impacto positivo en la formación de competencias profesionales, promoviendo un entorno seguro, ordenado y funcional para todos los miembros de la comunidad educativa.

Palabras Clave: Mantenimiento Productivo Total; TPM; eficiencia; productividad; mejora continua.

Abstract

The main objective of this research is to implement a Total Productive Maintenance (TPM) Plan in the industrial workshop of the "Siete de Octubre" Educational Unit, with the aim of improving the efficiency and productivity of academic processes. It was identified that the lack of a structured maintenance program has caused significant equipment deterioration, which negatively impacts students' practical development and jeopardizes their safety. The methodological approach is based on the TPM model, which integrates all institutional stakeholders in proactive maintenance management. Strategies were designed such as staff training, the implementation of autonomous maintenance, preventive maintenance scheduling, and the creation of performance indicators to

measure machine availability and reliability. This proposal seeks not only to extend the useful life of the equipment but also to establish an organizational culture based on continuous improvement, teamwork, and shared responsibility. The implementation of the plan will contribute to optimizing the use of resources, reducing downtime, minimizing unexpected failures, and ensuring adequate conditions for technical learning. Furthermore, the workshop's sustainability will depend on the integration of TPM into administrative and academic processes, allowing for more efficient development of student internships. As a result, a positive impact on the development of professional skills is expected, promoting a safe, orderly, and functional environment for all members of the educational community.

Keywords: Total Productive Maintenance; TPM; efficiency; productivity; continuous improvement.

Resumo

O principal objetivo desta investigação é implementar um Plano de Manutenção Produtiva Total (TPM) na oficina industrial da Unidade Educativa "Siete de Octubre", com o objetivo de melhorar a eficiência e a produtividade dos processos académicos. Identificou-se que a falta de um programa de manutenção estruturado tem provocado uma deterioração significativa dos equipamentos, o que impacta negativamente o desenvolvimento prático dos alunos e compromete a sua segurança. A abordagem metodológica baseia-se no modelo TPM, que integra todos os intervenientes institucionais na gestão proativa da manutenção. Foram elaboradas estratégias como a formação da equipa, a implementação de manutenção autónoma, a programação da manutenção preventiva e a criação de indicadores de desempenho para medir a disponibilidade e a fiabilidade das máquinas. Esta proposta procura não só prolongar a vida útil dos equipamentos, mas também estabelecer uma cultura organizacional baseada na melhoria contínua, no trabalho em equipa e na responsabilidade partilhada. A implementação do plano contribuirá para otimizar a utilização dos recursos, reduzir o tempo de inatividade, minimizar falhas inesperadas e garantir condições adequadas para a aprendizagem técnica. Além disso, a sustentabilidade do workshop dependerá da integração do TPM nos processos administrativos e académicos, permitindo um desenvolvimento mais eficiente dos estágios dos estudantes. Como resultado, espera-se um impacto positivo no desenvolvimento de competências profissionais, promovendo um ambiente seguro, organizado e funcional para todos os membros da comunidade educativa.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total; TPM; eficiência; produtividade; melhoria contínua.

Introducción

En el contexto actual, la eficiencia y productividad en el aprendizaje dentro del taller industrial juega un papel crucial para el desarrollo de los estudiantes. La Unidad Educativa "Siete de Octubre" con este plan de mantenimiento se busca mejorar sus procesos operativos en el taller mecánico industrial y de emplear el respectivo mantenimiento adecuado, con el objetivo de proporcionar una enseñanza de calidad que prepare a los estudiantes en cumplir sus respectivas prácticas para su desarrollo académico. Aunque la economía mundial se encuentra actualmente en auge, la optimización de los procesos de producción centrada en la eliminación de los tiempos de inactividad, que pueden deberse (Schindlerová et al., 2020).

El mantenimiento productivo total (TPM) es reconocido como un enfoque revolucionario que impulsa la mejora de la productividad y eficiencia en diversas áreas empresariales (Guillén-Sánchez & Depaz-Paucar, 2024). El mantenimiento productivo total (TPM) se destaca como una estrategia integral en la que los empleados de la organización participan activamente en las actividades de operación y mantenimiento continuo (Ortiz Porras et al., 2024). Se presenta como una evolución del TPM tradicional, incorporando principios de fabricación que priorizan tanto la eficiencia como la sostenibilidad (Carrasco, 2016).

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que permiten mejoras en la competitividad de la organización industrial o de servicios con el mejoramiento de los sistemas de producción y calidad a través de las máquinas, equipos, los procesos y empleados que agregan valor a la organización (Torres-Rodríguez et al., 2024). Al analizar los resultados obtenidos, se puede constatar que la aplicación del TPM ha generado un notable incremento en la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos utilizados en el proceso de producción (Acha Castro, 2025).

El TPM es un modelo cuyo planteamiento opera sobre la gestión de los activos físicos, y que entiende como básica la implicación del operario como responsable de la calidad del producto y la fiabilidad operativa. Fue definido por primera vez en 1971, y como Nakayima indicó, el TPM tiene tres significados diferentes: Búsqueda de la eficacia económica, Prevención del mantenimiento a través del “diseño orientado al mantenimiento”, y Participación total de los trabajadores mediante

el mantenimiento autónomo (Carrasco, 2016). Sin embargo, aún sigue siendo poco aplicado por la industria ecuatoriana.

El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad (Solís-Meza & Torres-Rodríguez, 2021). La adopción del TPM requiere no solo la implementación técnica, sino una transformación cultural que involucre a todos los niveles de la organización (Prieto Lancheros & Africano Espitia, n.d.). El objetivo de la gestión de mantenimiento enfocado a la empresa en estudio opta por maximizar la disponibilidad y confiabilidad de camiones que brindan el servicio de transporte. Asimismo, se debe establecer políticas y modelos para preservar los vehículos o maquinarias para reducir el deterioro acelerado en un determinado tiempo (Solís-Meza & Torres-Rodríguez, 2021). El mantenimiento autónomo consiste en capacitar a los operarios para que puedan realizar tareas básicas de mantenimiento, como limpieza, inspección y lubricación (Huamani Diaz & Izarra Sandoval, n.d.).

Resultados

En la Unidad Educativa “Siete de Octubre” se ha identificado mediante el diagrama de causa-efecto que las prácticas en los talleres no están logrando los resultados esperados, lo que afecta nuestro aprendizaje práctico. Esto sucede principalmente porque los equipos están en mal estado, hay una falta de mantenimiento adecuado y no existe una buena organización en los espacios y materiales.

Figura 1. Diagrama de Causa - Efecto

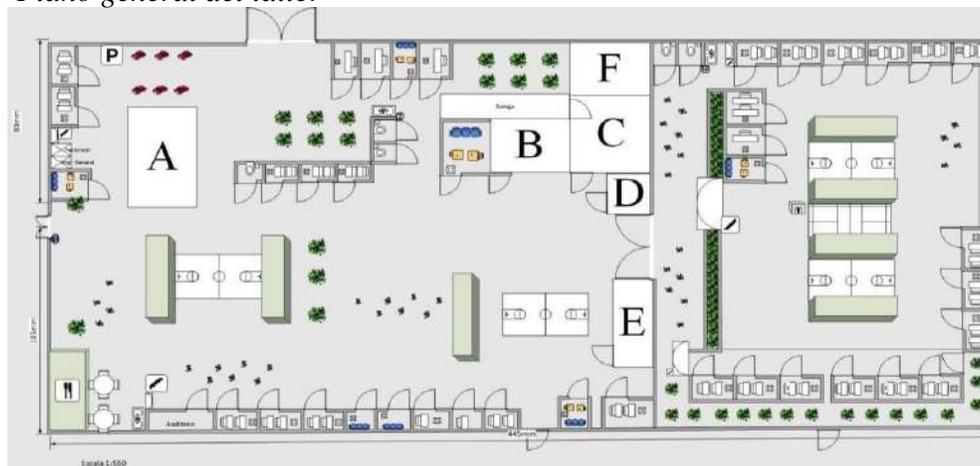


Nota. Elaboración de los autores

Evaluación del estado actual de las máquinas herramientas del taller de mecánica industrial mediante una revisión técnica mecánica, integrando los principios de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para identificar oportunidades de mejora.

El taller industrial de la Unidad Educativa “Siete de Octubre”, en la ciudad de Quevedo, se ha consolidado a lo largo de 45 años con un pilar fundamental en la formación técnica de los estudiantes. Su finalidad es dar conocimientos teóricos y técnicas reales en torno a lo social y laboral. En este espacio también se utiliza para el desarrollo de prácticas profesionales. Además, el taller cuenta con máquinas-herramientas que permiten realizar actividades como soldadura, fresado y torneado. El uso de estas herramientas es esencial para el aprendizaje integral entre la combinación teórica y práctica para los futuros bachilleres dando capacidad para enfrentar los retos del sector productivo.

Figura 2. Plano general del taller



Nota. Elaboración de los autores

La institución educativa dispone de áreas específicas distribuidas en una superficie de 885 m². Estas áreas están organizadas para atender las necesidades de las distintas carreras que se imparten en la institución. Además, cada carrera cuenta con talleres específicos, los cuales están representados en el plano mediante letras. Las áreas identificadas en el plano son las siguientes:

- A:** Taller Mecánico Automotriz
- B:** Taller Eléctrico
- C:** Taller de Soldadura

D: Caja de Control

E: Taller de Mecanizado

F: Taller de Carpintería

Enfocado al taller industrial desde su fundación, la institución como misión principal es capacitar de manera práctica a sus estudiantes de ciclos superiores desde el primero de bachillerato en un modelo técnico industrial. Parte de su infraestructura incluye un taller mecánico que ha brindado los siguientes servicios:

- Elaboración de piezas y estructuras mecánicas
- Capacitación y formación

El taller está equipado con máquinas-herramientas que su fundamentales para el uso del aprendizaje dentro del proceso de desarrollo de los estudiantes. Sin embargo, desde el 2020, el taller ha tenido dificultades con las mismos por motivos de hurto y falta de mantenimiento.

Inventario de máquinas-herramientas

El taller industrial cuenta con 5 tornos, una fresadora vertical y 2 máquinas de soldadura. Utilizadas para fabricación de estructuras metálicas. Estas máquinas-herramientas son elementos utilizados como unidades de análisis en la propuesta de plan de mantenimiento productivo total TPM.

Ficha Técnica y Análisis de Criticidad de los equipos

La implementación de la Teoría de Criticidad se basa en la operación de los equipos y de las bitácoras. La calificación de los equipos se realiza mediante inspección visual y auditiva de cada uno de los componentes del sistema, considerando, el aporte de tiempo de vida y duración, así como el ambiente de trabajo al que están sometidos asegurando así, la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones mediante un óptimo mantenimiento (Cervantes et al., 2019).

La criticidad se determina de manera cuantitativa al multiplicar la probabilidad de que ocurra una falla por las consecuencias que esta tendría. Para facilitar su evaluación, se asignan valores específicos que permiten estandarizar los criterios utilizados en el análisis (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018).

A continuación, se detallan las fórmulas empleadas para clasificar los sistemas según el modelo CTR:

$$CTR = FF * C$$

Asimismo, se asume que el valor de las consecuencias (C) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

Los puntajes indicados en la tabla provienen de un estudio realizado en equipos industriales, los puntajes indicando en la tabla provienen de un estudio realizado en equipo, según su matriz publicada en una revista. El análisis refleja que el puntaje bajo implica una criticidad baja mientras que un puntaje alto indica un mayor riesgo. Este sistema de evaluación su uso es fácil y proporciona resultados rápidos.

Se muestra los detalles de los criterios empleados para la evolución de criticidad en los equipos del taller industria. Cada criterio incluye una descripción y puntaje dentro del rango, lo que determina el nivel de criticidad de los equipos.

Tabla 1. Factor de frecuencia de fallos (FF)

Escala	Descripción
4	Frecuente: mayor a 2 eventos al año
3	Promedio: 1 y 2 eventos al año
2	Bueno: entre 0,5 y 1 evento al año
1	Excelente: menos de 0,5 eventos al año

Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Tabla 2. Factor de impacto operacional (IO)

Escala	Descripción
10	Pérdidas de producción superiores al 75 %
7	Pérdidas de producción entre el 50 % y el 74 %
5	Pérdidas de producción entre el 25 % y el 49 %
3	Pérdidas de producción entre el 10 % y el 24 %
1	Pérdidas de producción menores al 10 %

Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Tabla 3. Factor de flexibilidad operacional (FO)

Escala	Descripción
4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.
2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios.
1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.

Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Tabla 4. Factor de costo de mantenimiento (CM)

Escala	Descripción
2	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20,000 dólares.
1	Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20,000 dólares.

Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Tabla 5. Factor de impacto en seguridad y medio ambiente (SHA)

Escala	Descripción
8	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos.
6	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración.
3	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.

1 No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.

Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Figura 3. Evaluación de la probabilidad y el impacto de la criticidad



Nota: tomado de (Moreno Robayo & Ramirez Ortiz, 2018)

Tabla 6. Análisis de Criticidad del Torno

	Verificación de estado de máquinas y equipos		Código: T002							
			Elaborado por: Los autores							
			Fecha de elaboración: 06/01//2025							
			Fecha de actualización: 14/01/2025							
Máquina/Equipo: Torno	Área/Proceso: Mecanizado									
Fecha de revisión: 23/012/2024	Responsable de la revisión: Encargado de taller									
Número de Modelo de la máquina: V13										
Activo/Codificación: T002										
Equipo	Estado de los Análisis de Criticidad componentes									
	Bueno	Regular	Mal estado	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR

Sistema eléctrico defectuoso			✓	10	4	1	3	44	3	132
										Riesgo Alto

Nota. Elaboración de los autores

El análisis muestra un **riesgo alto** en la fresadora vertical debido al sistema eléctrico defectuoso, lo que representa una amenaza significativa para la operatividad del equipo y potencialmente para la seguridad del entorno de trabajo. Se recomienda realizar una reparación inmediata del sistema eléctrico y establecer un plan de mantenimiento preventivo para prevenir futuras fallas y garantizar un funcionamiento confiable del equipo.

Matriz AMFE de los equipos críticos

El análisis AMFE se utilizará para identificar los riesgos más críticos en este caso es en el torno y la fresadora, calculando el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR). Esto nos ayudará a minimizar interrupciones, garantizar que los equipos funcionen correctamente y actuar de forma preventiva. Para la elaboración de la matriz AMFE se tomó como referencia la NTP 679, la cual detalla procedimientos claros y estandarizados para analizar los posibles fallos en equipos y procesos, así como su criticidad. Su enfoque se centra en prevenir fallos, calculando el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) para identificar los puntos más críticos y tomar medidas correctivas basadas en la severidad, frecuencia y facilidad de detección de los problemas (Chimborazo Toapanta, 2022).

Tabla 8. Matriz AMFE Fresadora

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)			
AMFE DE PROYECTO	AMFE DE PROCESO	DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE
		Frsadora M.C.M.	F001
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR		COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)	MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN
		Área: Mecanizado	Serie 6125

OPERACIONES	FALLOS POTENCIALES	ESTADO ACTUAL									ACCIONES	RESPONSABLE/PLAZO	
		CAUSAS	MODALIDAD	GRADUACION	CRITERIO	VALOR	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	IMPACTO	CORRECTORA			
Sistema	Interrupción	Cableado en una	Ninguna	9	Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento	9-10	10	Muy Alta	3	Alta	27	Reparar y reemplazar el

eléctri co	Sobr ecarg a	total del equi po	mal estad o			ento de seguridad del producto o proceso y/o in volucra seriamente el incumplimi ento de normas reglamentar ias. Si tales incumplimi entos son graves correspond e un 10						cableado defectuos o.	Técnico eléctrico / una semna
Sistem a de lubric ación	2 Oper ativo	Mant iene el equi po funci onal	Mant enim i entou adec uado	Ning una	1 Baja Reper cusion es imper ceptible es	No es razonable esperar que este fallo de pequeña import ancia origine efecto real alguno	1	Muy Baja Impr obabl e	9	Impro bable	9	No rquiere acción	Ninguna

							sobre el rendimiento o del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.							
Parada de emergencia	3	Operativo	Cumplido con las normas de seguridad	Correcto funcionamiento	Ninguna	1	Muy Baja Repercusiones imperceptibles	1	Muy Baja Improbable	9	Improbable	9	No requiere acción	Ninguna
							No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento o del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría							

							cuenta del fallo.								
Huesil4 lo	Operativo	la precisión en los trabajos	Garantiza óptimo	Estado	Ninguna	Repercusión imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento o del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1	1	Muy Baja	9	Improbable	9	No requiere acción	Ninguna
			Buen mant				No es razonable esperar que este fallo de								

Disco	5	Operativo	Calidad en los trabajos	ninguno	Ninguna	1	Repercusiones imperceptibles	pequeña importancia real	1	1	Muy Baja Improbable	9	9	No requiere acción	Ninguna
-------	---	-----------	-------------------------	---------	---------	---	------------------------------	--------------------------	---	---	---------------------	---	---	--------------------	---------

Nota. Elaboración de los autores

El único problema identificado en la fresadora está en su sistema eléctrico, que presenta fallas debido a un cableado en mal estado. Este inconveniente tiene un impacto crítico, reflejado en un IPR de 270, por lo que ser atendido con urgencia.

Tabla 9. Matriz AMFE Torno

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)		
AMFE DE PROYECTO AMFE DE PROCESO	DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE
	Torno MAXIMAT	T001
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR	COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)	MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN

					Área: Mecanizado					V13						
OPERA CIÓN FUNCIO N	FALLOS POTENCIAL ES	ESTADO ACTUAL									ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE/ PLAZO				
		Nº	MO DO S DE FAL LO	EFE CT OS DE FAL LO	USAS DE L MO DO DE FAL LO	CA DA DE ENSA YO CON TRO L PREV LISTA S	MEDI DA DE ENSA YO CON TRO L PREV LISTA S	GRA VED AD	CRITERI O	VALOR			FRE CUE NCIA	DE TECT ABIL IDAD	IP R	
Sistema de refrigera ción	1	Falla en el siste ma del	cale nt amie nto del	cale nt amie nto del	Desga ste de compo nentes	1	Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionam iento de seguridad del producto o	9-10	1	Muy Alta	2	Alta	20	Reparar/ reemplaz ar el sistema / de refrigera ción.	Técnico mecánico 1 semana

			motomotor				proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponden de un 10									
Caja de velocidades	2	Desgaste interno	Perdida de funcionamiento	Inadecuada	Ninguna	10	Muy Alta	afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra	9-10	10	Muy Alta	3	Alta	30	Sustituir piezas desgastadas y lubricar.	Técnico de mantenimiento / 2 semanas

							seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10									
Parada de emergencia	3	No resp	Riesgo de accidentes	Mal funcionamiento eléctrico	Ninguna	10	Muy Alta	afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de	9-10	10	Muy Alta	3	Alta	30	Reparar conexiones eléctricas y probar.	Técnico eléctrico / 1 semana

							imiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10									
Sistema de iluminación	4	No operativo	Baja visibilidad	Falla en el cableado	Ninguna	10	Muy Alta	afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si	9-10	1	Muy Alta	1	Muy Alta	10	Revisar y reemplazar el cableado defectuoso.	Revisar y reemplazar el cableado defectuoso.

							tales incumplimientos son graves corresponden de un 10						
Sistema de lubricación	5	Insuficiente	Desgaste de componentes	Falta de mantenimiento	Ninguna	6	El fallo produce disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6	5	Mod 4	Media 120	Implementar un plan de lubricación periódica.	Técnico de mantenimiento / 1 semana

Nota. Elaboración de los autores

El análisis AMFE realizado al torno MAXIMA T permitió identificar fallas críticas que requieren atención inmediata, como el sistema de refrigeración, con un IPR de 200, caja de velocidades 300, la parada de emergencia 300 y el sistema de iluminación 100. También se detectó que el sistema de lubricación con un IPR de 120, necesita mejoras para evitar el desgaste acelerado de los componentes.

Estudio de la Eficiencia y productividad de los equipos y estudiantes

Para el desarrollo del Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), es necesario analizar la eficiencia y productividad de los procesos académico. Para ello, se realizará un cronograma de actividades, con el fin de identificar, registrar y evaluar los tiempos destinados para las horas de materias establecidas para sesiones teóricas y prácticas.

La identificación permitirá determinar la distribución de horas de trabajo, utilización de los equipos y la efectividad de las horas prácticas, con el objetivo de tener datos para poder establecer estrategias que potencien el desempeño del taller, alineadas con los principios del TPM. A continuación, en la Ilustración 7 se presenta la distribución del cronograma de actividades, donde se detalla los meses, semanas de trabajo y las horas en la que se realizan clases prácticas y teóricas:

Tabla 10. Cronograma de Actividades

	MAYO- JUN IO		JULIO- AGO A TO		SEPT- BRE- OCTU BRE		NOVI- BRE EM		DICI- MB E RE		ENE FEB RO- RER O	
ACTIVIDADES	HP	HT	HP	HT	HP	HT	HP	HT	HP	HT	HP	HT
Se inician las actividades con el reconocimiento de máquinas y herramientas, seguido del funcionamiento y aplicación de equipos industriales como tornos, fresadoras, taladros y soldadoras. Se abordan las normas de seguridad y el uso de equipos de protección personal (EPP), finalizando con la señalización y aplicación de protocolos de seguridad en el taller.	0	28										

<p>Se realiza la enseñanza en la interpretación de planos mecánicos y simbología técnica, seguida de la medición y verificación de piezas mecánicas con calibradores, micrómetros y comparadores. Luego, se lleva a cabo el trazado y marcado de piezas para mecanizado,</p>			12	16										
<p>Se trabaja en el uso y configuración del torno y la fabricación de piezas cilíndricas mediante la práctica y mediante lo teórico, se estudia el uso y configuración de la fresadora. Finalmente, se aplican ejercicios de mecanizado con torno y fresadora para reforzar precisión y destreza.</p>				14	14									
<p>Mediante la práctica, se realiza el uso del taladro de pedestal y técnicas de perforado, junto con el roscado manual y con máquina. Mediante lo teórico, se estudian las</p>							11	17						

- **Mayo - Junio:** Se inicia con una base teórica sólida (28HT y 0 HP), centrada en el reconocimiento de máquinas, herramientas y normas de seguridad.
- **Julio - Agosto:** Se equilibran las horas prácticas y teóricas (12 HP y 16 HT), introduciendo la interpretación de planos, medición y verificación de piezas, así como el trazado y marcado para mecanizado.
- **Septiembre - Octubre:** Se incrementa el enfoque práctico (14 HP y 14 HT), permitiendo el desarrollo de habilidades en torno y fresadora, junto con la fabricación de piezas mecánicas. La teoría disminuye, ya que los conocimientos previos son aplicados en la práctica.
- **Noviembre:** Se mantiene un balance entre práctica y teoría (11 HP y 17 HT) para consolidar técnicas de perforado, roscado y ensamblaje mecánico.
- **Diciembre:** Se da mayor énfasis a la aplicación práctica (16 HP y 5 HT) con la introducción a la soldadura, selección de electrodos y unión de piezas, preparando a los estudiantes para el ensamblaje de estructuras metálicas.
- **Enero - Febrero:** Se culmina con la ejecución del proyecto final, con una carga mayoritariamente práctica (18 HP y 10 HT), lo que permite a los estudiantes aplicar integralmente sus conocimientos en el mecanizado, soldadura y verificación dimensional.

Por consiguiente, se realizará el estudio de productividad, con el objetivo de analizar la eficiencia operativa del taller industrial. Este análisis permitirá medir el cumplimiento de los principios del TPM, asegurando un mejor aprovechamiento de las actividades prácticas y teóricas.

Con las siguientes variables se utiliza a la fórmula:

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Horas prácticas trabajadas (HTT)}}{\text{Horas totales teórico y práctico (HC)}}$$

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{71}{90 + 71} = 0.44 * 100\% = 44\%$$

El Índice de Productividad de 0.44 refleja que la mayor parte del tiempo de formación se destina a la teoría, dejando menos espacio para la práctica. Esto indica la necesidad de equilibrar ambos enfoques para garantizar que los estudiantes adquieran mayor experiencia operativa en el taller.

En el siguiente apartado, se llevará a cabo el estudio de la eficiencia de los equipos, permitiendo evaluar su rendimiento y disponibilidad en función de las actividades prácticas realizadas.

Para medir la eficiencia de los equipos, se define las siguientes variables:

- a) *Horas de uso de máquina (HUM) = Tiempo de la máquina en funcionamiento*
- b) Horas trabajadas mensualmente (HTM)= Horas prácticas realizadas mensualmente

Estudio evaluado con el cronograma del mes de enero – febrero en la cual se obtuvo 18 horas prácticas y se realizará el estudio de las eficiencias de los equipos durante las horas realizadas de actividad en los equipos:

Plan de mantenimiento preventivo basado en TPM para mejorar la eficiencia de los equipos

Desarrollo de Plan de Mantenimiento Autónomo basado en la metodología de las 5S El mantenimiento autónomo es importante su desarrollo, ya que constituye a uno de los pilares del TPM, y tiene como objetivo principal involucrar a personal, técnico, docente y estudiantes en tareas fundamentales como la limpieza e inspección para el cuidado de los equipos y orden dentro del taller, este enfoque nos permite promover una cultura de responsabilidad dentro de las áreas compartidas con el personal docente y estudiantil.

Para alinearnos a los principios del TPM y avance del cumplimiento del segundo objetivo que es desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo, se orienta a mejorar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos.

Este plan se desarrollará mediante la metodología 5s, se busca establecer un orden escriturado en el taller industrial, permitiendo la continuidad de las operaciones según el cronogramas y procedimientos que se va a establecer, con el fin de tener un entorno organizado y limpio que facilite en las labores de mantenimiento.

Conclusiones

A través de la elaboración de fichas técnicas, análisis de criticidad y la aplicación de la Matriz AMFE, se logró obtener información cuantitativa sobre el estado actual del taller industrial de la

institución. Se destacó que el torno y la fresadora presentan eficiencias del 44% y 38% respectivamente, lo que evidencia su alta criticidad en el contexto académico. Estas fallas recurrentes han afectado de manera significativa la productividad de las prácticas estudiantiles, restringiendo el tiempo efectivo de uso de los equipos y limitando el aprendizaje práctico. La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha permitido priorizar las acciones de mantenimiento, garantizando una mayor disponibilidad operativa de los equipos.

Se ha desarrollado un Plan de Mantenimiento Autónomo fundamentado en la metodología de las 5S, que promueve una cultura de mejora continua entre docentes y estudiantes. La puesta en marcha de este plan, junto con la creación de órdenes de trabajo y cronogramas de mantenimiento, ha permitido establecer un sistema preventivo estructurado en el taller. Como resultado, equipos que inicialmente mostraban bajos índices de eficiencia, como la soldadora HOBART, con una eficiencia del 72%, ahora cuentan con un programa de mantenimiento que busca incrementar su rendimiento, asegurando así una operación más segura y confiable. Esta planificación se alinea con el Mantenimiento Productivo Total (TPM), proporcionando un marco para que la institución continúe perfeccionando la gestión de sus equipos.

Referencias

1. Acha Castro, D. F. (2025). Implementación basada en el mantenimiento productivo total en el área de instrumentación, para la mejora de procesos internos de una empresa de comisionamiento.
2. Carrasco, F. J. C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C Tecnología: Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 5(3), 68–75.
3. Cervantes, M. Y., Casanova, R. P., & Loría, J. Z. (2019). Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos. *Project Design and Management*, 1(1)
4. Chimborazo Toapanta, M. L. (2022). Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de transporte por cangilones en la empresa Nutrisalminsa SA de la ciudad de Ambato.
5. Guillén-Sánchez, J. S., & Depaz-Paucar, A. M. (2024). Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: una breve revisión de literatura. *SIGNOS-Investigación En Sistemas de Gestión*, 16(1)
6. Huamani Diaz, A. H., & Izarra Sandoval, K. S. (n.d.). Propuesta de mejora para el incremento de la efectividad global de los equipos usando la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) en una planta metalmecánica.
7. Moreno Robayo, H. F., & Ramirez Ortiz, J. C. (2018). Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 Y SAE JA1012.
8. Ortiz Porras, J. E., Bancovich Erquinigo, A. M., Quintana Saavedra, H. S., Crispin Chamorro, P. L., & Huayanay Palma, L. M. (2024). Modelo de gestión basado en el mantenimiento productivo total (TPM) y Six Sigma para aumentar la efectividad global de

- los equipos (OEE) en una empresa de confecciones de Lima, Perú. *Industrial Data*, 27(2), 123–152.
9. Prieto Lancheros, D. A., & Africano Espitia, L. V. (n.d.). Propuesta de implementación de la metodología TPM como herramienta de diagnóstico y mejora del proceso productivo en la Empresa Prodimel Ingeniería SAS.
 10. Schindlerová, V., Šajdlerová, I., Michalčík, V., Nevima, J., & Krejčí, L. (2020). Potential of using TPM to increase the efficiency of production processes. *Tehnicki Vjesnik*, 27(3). <https://doi.org/10.17559/TV-20190328130749>
 11. Solís-Meza, M., & Torres-Rodríguez, R. (2021). Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8 Ed. esp.), 58–78.
 12. Torres-Rodríguez, R. M., Pérez-Guerrero, J. N., & González-López, N. A. (2024). El mantenimiento productivo total como estrategia en la gestión del mantenimiento industrial. *MQRInvestigar*, 8(1), 1229–1240.