



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD
DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA CARRERA DE
INGENIERIA INDUSTRIAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS
MAQUINARIAS DE LA EMPRESA GRAFICAS TORRES EN BASE
AL TPM.”**

Autor:

Alcívar Andrade Windy Leonardo

Tutor de Titulación:

Manuel Horacio Hidrovo

Manta- Manabí-

Ecuador

2025

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINARIAS DE
LA EMPRESA GRAFICAS TORRES EN BASE AL TPM”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Ing.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Alcívar Andrade Windy Leonardo**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2023-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINARIAS DE LA EMPRESA GRAFICAS TORRES EN BASE AL TPM”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



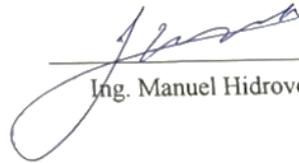
Ing. Manuel Hidrovo Macias
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Alcívar Andrade Windy Leonardo, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado “**Diseño de un plan de mantenimiento para las maquinarias de la empresa graficas torres en base al tpm.**” Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Manuel Hidrovo Macias y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Alcívar Andrade Windy Leonardo
C.I. 1314534643



Ing. Manuel Hidrovo Macias

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mis padres María Auxiliadora Andrade Figueroa y Windy Joffre Alcivar Tapia ya que gracias a su apoyo he tenido la fortaleza y razón para seguir adelante, este logro les pertenece gracias a su esfuerzo he podido lograr muchos de mis objetivos y son parte fundamental en mi vida.

Reconocimiento

Es un placer poder redactar estas palabras de reconocimiento, y estoy seguro que faltaran páginas para poner en palabras todo el sentimiento de gratitud que rebosa en mi ser, y recae especialmente en el gran sacrificio de mis padres quienes me heredaron la entereza y determinación suficiente para superar todas las barreras que se presentaron y es gracias a ellos y a mi tutor, que este proyecto de investigación se ha construido con éxito.

Índice

Autor:	1
Certificación del Tutor	3
DEDICATORIA	5
Índice de tablas.....	9
Índice de Ilustraciones	10
Resumen Ejecutivo	11
Executive Summary	14
Introducción	16
Planteamiento del problema.....	17
Formulación del problema.....	18
Preguntas Directrices	18
Objetivos.....	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	19
Justificación	20
Antecedentes.....	21
1.2. Bases teóricas	22
1.2.1. Mantenimiento y aplicación en la industria.....	22
1.2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	22
1.2.3. Eficiencia General de los Equipos (OEE).....	23
1.2.4. Indicadores Técnicos de Mantenimiento.....	24
1.2.5. Rol del Personal en el TPM	25
1.3. Marco conceptual	26
1.4. Marco legal y ambiental.....	27
1.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).....	27
1.4.2. Código del Trabajo (última reforma vigente)	27
1.4.3. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393).....	27
1.4.4. Ley de Gestión Ambiental (2004).....	27
1.4.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)	28
1.4.6. Acuerdo Ministerial 174 (2017)	28
1.5. Hipótesis y variables.....	28
1.5.1. Hipótesis (Hi)	28
1.5.2. Hipótesis (Ho).....	28
1.5.3. Identificación de Variables	28
1.5.4. Operacionalización de las variables.....	29
1.6. Marco metodológico	30
1.6.1. Modalidad básica de la investigación.....	30
1.6.2. Enfoque	30
1.6.3. Nivel de investigación	30
1.6.4. Población de estudio.....	31

1.6.5.	Tamaño de muestra.....	31
1.6.6.	Plan de recolección de la información.....	32
1.6.7.	Procesamiento de la información.....	33
Capítulo 2	35
2.1	Descripción de la empresa.....	35
	37	
2.2	Identificación de maquinarias.....	37
2.1	Introducción.....	37
2.2	Identificación de maquinarias.....	37
1.	Guillotina Polar 92E.....	38
3.	K Master Enrolladora Flexográfica.....	38
4.	Impresora Flexográfica Kromia.....	39
5.	Intercaladora de Hojas Duplo DFC-10 / Duplo Colater.....	39
6.	Máquina Offset Kolor Mate 23x42 Chief 217-17.....	39
7.	Máquina Offset Kolor Mate 23x33 1115.....	39
8.	Máquina UV Kord 57x33.....	40
9.	Máquina UV Kord 64x44.....	40
10.	Pegadora de Cartón Jagenberg Diana 85-1.....	40
11.	Troqueladora Royo Machinery MHC-1060 0.43x1.3.....	40
12.	Impresora Offset Shino-Hara.....	41
13.	Speed Master 5M52-4-14.....	41
2.3	Estado actual del mantenimiento.....	41
2.4	Problemática encontrada.....	44
2.5	Justificación del cambio hacia el TPM.....	46
PROPUESTA DE DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM.....		49
3.1.	Justificación de la propuesta.....	49
3.2.	Objetivo de la propuesta.....	50
3.3	Estrategias TPM a implementar.....	51
3.3.1	Mantenimiento Autónomo.....	51
3.3.2	Mantenimiento Planificado.....	52
3.3.3	Mejora Enfocada.....	52
3.3.4	Capacitación Técnica y Transferencia de Conocimiento.....	52
3.4.	Ficha técnica.....	52
3.5	Cronograma de mantenimiento para las máquinas.....	65
3.5.1	Cronograma: Guillotina Polar 92E.....	65
3.5.2	Cronograma: Guillotina Wohlrnberg MCS-2 TV.....	66
3.5.3	Cronograma: K Master Enrolladora (Flexo) Revisora.....	67
3.5.4	Cronograma: K-Master Kromia Impresión (Flexo).....	67
3.5.5	Cronograma: Máquina Intercaladora Duplo DFC-10 / Colater.....	68
3.5.6	Cronograma: Máquina Offset Kolor Mate 23x42 Chief 217-17.....	69
3.5.7	Cronograma: Máquina Offset Kolor Mate 23x33 1115.....	69
3.5.8	Cronograma: Máquina UV Kord 57x33.....	70
3.5.9	Cronograma: Máquina UV Kord 64x44.....	71

3.5.10 Cronograma: Pegadora de Cartón Jagenberg Diana 85-1	71
3.5.11 Cronograma: Royo Machinery – Troqueladora MHC-1060	72
3.5.12 Cronograma: Impresora Offset Shino-Hara.....	73
3.5.13 Cronograma: Speed Master 5M52-4-14.....	73
3.6 Importancia del cronograma de mantenimiento en la reducción de fallas	74
3.7 Tabla resumen del mantenimiento por máquina	75
2.....	75
3.7 Indicadores técnicos de mantenimiento	76
3.7.1 Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	76
3.7.2 Tiempo Medio de Reparación (MTTR).....	76
3.7.3 Disponibilidad del equipo	77
3.7.4 Cumplimiento del cronograma de mantenimiento	77
3.7.5 OEE (Eficiencia General del Equipo)	77
3.8 Análisis del impacto esperado del plan	77
3.8.1 Reducción de fallas y tiempos muertos.....	77
3.8.2 Aumento en la disponibilidad de las máquinas	78
3.8.3 Mejora en la vida útil de los equipos	78
3.8.4 Optimización de recursos técnicos y humanos	78
3.8.5 Fortalecimiento de la cultura organizacional	78
3.8.6 Mejora en la calidad del producto final.....	78
3.9 Plan financiero para la implementación del TPM	78
3.9.1 Inversión inicial estimada.....	79
3.9.2 Costos de capacitación del personal.....	79
3.9.3 Mano de obra y ejecución.....	79
3.9.4 Ahorros y beneficios esperados.....	80
3.9.5 Resumen financiero del primer año	80
3.9.6 Análisis costo-beneficio	81
Conclusiones	82
Recomendaciones	84
Anexos:.....	86
.....	86
.....	88
.....	88
.....	89
Bibliografía.....	93

Índice de tablas

Tabla 1: Variables. Elaborado por: Windy Alcivar	29
Tabla 2: Plan de recolección de información. Elaborado por: Windy Alcivar	32
Tabla 3: Ficha técnica maquina 1. Elaborado por: Windy Alcivar	54
Tabla 4: Ficha técnica maquina 2. Elaborado por: Windy Alcivar	55

Tabla 5: Ficha técnica maquina 3. Elaborado por: Windy Alcivar	56
Tabla 6: Ficha técnica maquina 4. Elaborado por: Windy Alcivar	56
Tabla 7: Ficha técnica maquina 5. Elaborado por: Windy Alcivar	57
Tabla 8: Ficha técnica maquina 6. Elaborado por: Windy Alcivar	58
Tabla 9: Ficha técnica maquina 7. Elaborado por: Windy Alcivar	59
Tabla 10: Ficha técnica maquina 8. Elaborado por: Windy Alcivar	60
Tabla 11: Ficha técnica maquina 9. Elaborado por: Windy Alcivar	61
Tabla 12: Ficha técnica maquina 10. Elaborado por: Windy Alcivar	62
Tabla 13: Ficha técnica maquina 11. Elaborado por: Windy Alcivar	63
Tabla 14: Ficha técnica maquina 12. Elaborado por: Windy Alcivar	64
Tabla 15: Ficha técnica maquina 13. Elaborado por: Windy Alcivar	65
Tabla 16: Cronograma maquina 1. Elaborado por: Windy Alcivar	66
Tabla 17: Cronograma maquina 2. Elaborado por: Windy Alcivar	67
Tabla 18: Cronograma maquina 3. Elaborado por: Windy Alcivar	67
Tabla 19: Cronograma maquina 4. Elaborado por: Windy Alcivar	68
Tabla 20: Cronograma maquina 5. Elaborado por: Windy Alcivar	69
Tabla 21: Cronograma maquina 6. Elaborado por: Windy Alcivar	69
Tabla 22: Cronograma maquina 7. Elaborado por: Windy Alcivar	70
Tabla 23: Cronograma maquina 8. Elaborado por: Windy Alcivar	71
Tabla 24: Cronograma maquina 9. Elaborado por: Windy Alcivar	71
Tabla 25: Cronograma maquina 10. Elaborado por: Windy Alcivar	72
Tabla 26: Cronograma maquina 11. Elaborado por: Windy Alcivar	73
Tabla 27: Cronograma maquina 12. Elaborado por: Windy Alcivar	73
Tabla 28: Cronograma maquina 13. Elaborado por: Windy Alcivar	74
Tabla 29: Resumen. Elaborado por: Windy Alcivar.....	76
Tabla 30: Inversión total. Elaborado por: Windy Alcivar.....	79
Tabla 31: Costos de capacitación. Elaborado por: Windy Alcivar.....	79
Tabla 32: Mano de obra y ejecución. Elaborado por: Windy Alcivar.....	80
Tabla 33: Ahorros y beneficios esperados. Elaborado por: Windy Alcivar.....	80
Tabla 34: Resumen financiero, Elaborado por: Windy Alcivar.	80

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: <i>SPEED MASTER</i>	86
Ilustración 2: <i>GUILLOTINA POLAR</i>	86
Ilustración 3: <i>GUILLOTINA WOHLRNBERG</i>	86
Ilustración 4: <i>K-MASTER KROMIA IMPRESIÓN(FLEXO)</i>	87

Ilustración 5: MAQUINA INTERCALADORA DE HOJAS DUPLO DFC-10	87
Ilustración 6: MAQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X33	87
Ilustración 7: MAQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X42	88
Ilustración 8: MAQUINA UV KORD 57X33.....	88
Ilustración 9: MAQUINA UV KORD 64X44.....	88
Ilustración 10: PEGADORA DE CARTON JAGENBERG.....	89
Ilustración 11: IMPRESORA OFFSET SHINO-HARA	89
Ilustración 12: SPEED MASTER	89
Ilustración 13: Checklist de Mantenimiento Autónomo – Guillotina Polar 92E ..	90
Ilustración 14: Checklist de Mantenimiento Técnico – Guillotina Polar 92E	90
Ilustración 15: Checklist de Mantenimiento Técnico – Guillotina Wohlenberg....	90
Ilustración 16: Checklist de Mantenimiento Autónomo – Guillotina Wohlenberg MCS-2 TV.....	91
Ilustración 17: Checklist de Mantenimiento Autónomo – K-Master Enrolladora (Flexo)	91
Ilustración 18: Checklist de Mantenimiento Técnico – K-Master Enrolladora.....	92
Ilustración 19: Checklist de Mantenimiento Autónomo – K-Master Kromia Impresión (Flexo).....	92

La presente tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento para las maquinarias de la empresa Gráficas Torres en base al TPM”, tiene como finalidad desarrollar una propuesta técnica y operativa que permita optimizar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos productivos mediante la implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

El estudio parte de un análisis diagnóstico detallado de la situación actual de la empresa Gráficas Torres, ubicada en la ciudad de Manta, dedicada a la producción gráfica e impresión offset y flexográfica. Se identificó que el sistema de mantenimiento actual se basa exclusivamente en acciones correctivas y reactivas, con ausencia de cronogramas programados, baja participación del personal operativo, falta de documentación técnica, y carencia de indicadores clave de desempeño. Esta situación ha generado paradas no planificadas, altos costos operativos, disminución en la calidad del producto final, y un ambiente de trabajo con riesgo técnico-operativo.

Ante este panorama, se propuso el diseño e implementación de un plan de mantenimiento estructurado bajo los principios del TPM, el cual fue desarrollado a través de varias etapas. Se realizó primero un inventario técnico de las 13 maquinarias críticas, elaborando sus respectivas fichas técnicas con información de modelo, características, criticidad y condiciones operativas. Posteriormente, se diseñaron cronogramas de mantenimiento individualizados para cada máquina, estableciendo rutinas semanales, mensuales y trimestrales, tanto para mantenimiento autónomo como técnico especializado.

La propuesta también incluye la aplicación de los principales pilares del TPM: mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mejora enfocada y capacitación técnica del personal, fomentando una cultura organizacional de prevención y mejora continua. Para garantizar el seguimiento de la propuesta, se desarrollaron checklists de mantenimiento personalizados por máquina, ubicados en los anexos, y se establecieron indicadores clave como el MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio de reparación), disponibilidad de equipos y el OEE (eficiencia general de los equipos).

Adicionalmente, se incorporó un plan financiero que detalla la inversión inicial estimada, los costos de capacitación, la ejecución operativa del TPM, y los beneficios esperados en términos de ahorro por reducción de fallas, menor consumo de repuestos y mejora en la productividad. El análisis costo-beneficio proyecta un retorno favorable de la inversión dentro del primer año de implementación.

La tesis concluye que la aplicación del TPM en Gráficas Torres representa una

solución viable, técnica y económicamente sustentable, con alto potencial de mejorar el desempeño industrial, reducir pérdidas operativas, elevar la calidad de los productos y consolidar una cultura de trabajo enfocada en la eficiencia, la seguridad y la mejora continua.

PALABRAS CLAVES: Implementación, productividad, competitividad, maquinarias, producción, calidad, equipos

Executive Summary

This thesis, entitled “Design of a Maintenance Plan for the Machinery of Gráficas Torres Based on TPM”, aims to develop a technical and operational proposal to optimize the availability, reliability, and efficiency of production equipment through the implementation of the Total Productive Maintenance (TPM) methodology.

The study begins with a comprehensive diagnostic analysis of the current situation at Gráficas Torres, a company located in Manta, Ecuador, dedicated to graphic production and both offset and flexographic printing. The analysis revealed that the existing maintenance system relies solely on corrective and reactive actions, lacking scheduled routines, technical documentation, key performance indicators, and engagement from operational personnel. As a result, the company experiences unplanned downtime, high operational costs, reduced product quality, and increased technical and operational risks in the workplace.

To address these challenges, the design and implementation of a structured maintenance plan based on TPM principles is proposed. The development started with a technical inventory of 13 critical machines, including detailed technical data sheets containing model information, characteristics, criticality level, and operational conditions. Subsequently, tailored maintenance schedules were developed for each machine, establishing weekly, monthly, and quarterly routines for both autonomous and technical (specialized) maintenance.

The proposal also incorporates the core TPM pillars: autonomous maintenance, planned maintenance, focused improvement, and training of technical personnel, fostering a preventive and continuous improvement culture within the organization. To ensure effective monitoring, customized maintenance checklists for each machine were developed (included in the annexes), along with the definition of key performance indicators such as Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), equipment availability, and Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Additionally, a financial plan is included, outlining the estimated initial investment, training costs, and operational execution of the TPM plan, as well as the anticipated benefits, including reduced failure rates, decreased spare parts consumption, and enhanced productivity. The cost-benefit analysis forecasts a favorable return on investment within the first year of implementation.

In conclusion, the implementation of TPM at Gráficas Torres represents a technically and economically viable solution, with high potential to enhance industrial performance, reduce operational losses, improve product quality, and

cultivate a workplace culture centered on efficiency, safety, and continuous improvement.

This research addresses the design and implementation of a TPM-based maintenance plan for the machinery of Gráficas Torres, a well-established company in the printing and graphic production industry, located at Calle 118 and Avenida 201 (behind La Paz Church), Manta, Manabí.

The study focuses on identifying the primary maintenance challenges faced by the company, such as high operational costs, low machine availability, inconsistent product quality, lack of preventive maintenance, and minimal staff involvement. These issues have adversely affected the company's productivity and competitiveness.

Keywords: Implementation, productivity, competitiveness, machinery, production, quality, equipment.

Introducción

El mantenimiento de maquinaria es fundamental para garantizar la eficiencia y la productividad de una empresa. En el caso de Gráficas Torres, que se dedican a la impresión y producción gráfica, contar con un plan de mantenimiento efectivo y basado en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) puede ser fundamental para optimizar el rendimiento de sus equipos y mantener una ventaja competitiva en el mercado.

El TPM es una estrategia integral de mantenimiento que busca maximizar la eficiencia de los equipos a través de la participación de todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios. Este enfoque se centra en la prevención de averías y el mantenimiento autónomo, lo que permite reducir los costos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de las máquinas.

En este contexto, el diseño de un plan de mantenimiento para las maquinarias de Gráficas Torres implicará diversas etapas, entre ellas: el inventario y análisis de la maquinaria actual, la identificación de puntos críticos y posibles fallos, el establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo, la implementación del mantenimiento autónomo, la capacitación del personal y el monitoreo constante del desempeño del plan.

Al implementar este plan de mantenimiento basado en el TPM, Gráficas Torres podrá mejorar la fiabilidad de sus equipos, reducir los tiempos de parada y los costes de mantenimiento, y aumentar la calidad de sus productos. Todo ello contribuirá a fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado

Planteamiento del problema

La empresa Gráficas Torres es una reconocida compañía en el sector de la impresión y producción gráfica, que cuenta con una amplia flota de maquinaria especializada para atender las necesidades de sus clientes. Sin embargo, la empresa ha enfrentado diversos desafíos relacionados con el mantenimiento de sus equipos, lo que ha impactado en su productividad y competitividad.

Algunos de los principales problemas que se identifican en las Gráficas incluyen:

Elevados costos de mantenimiento: La empresa ha registrado altos gastos en reparaciones y repuestos para sus máquinas, lo que ha afectado su rentabilidad y margen de utilidad.

Baja disponibilidad de las máquinas: Debido a frecuentes fallas y tiempos de parada, la empresa ha experimentado problemas en la disponibilidad de sus equipos, lo que dificulta el cumplimiento de los plazos de entrega y la satisfacción de los clientes.

Calidad inconsistente de los productos: Las averías y paradas no programadas de las máquinas generan defectos en los productos impresos, lo que ha repercutido en la calidad y la imagen de la empresa.

Falta de mantenimiento preventivo: Gráficas Torres ha enfocado su estrategia de mantenimiento en acciones reactivas, concentrándose en la reparación de fallas en lugar de la prevención.

Escasa participación del personal: Los operarios de la empresa no han sido lo suficientemente involucrados en las tareas de mantenimiento, lo que ha limitado el aprovechamiento de su conocimiento y experiencia.

Ante esta problemática, surge la necesidad de diseñar e implementar un plan de mantenimiento integral para las maquinarias de Gráficas Torres, basado en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este enfoque permitiría mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, reducir los costos de mantenimiento, aumentar la calidad de los productos y fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado.

Formulación del problema

La empresa Gráficas Torres, dedicada al sector de impresión y producción gráfica, enfrenta una serie de deficiencias en su sistema de mantenimiento que repercuten directamente en la productividad, la disponibilidad de equipos y la calidad del producto final. Actualmente, la empresa opera bajo un enfoque reactivo, atendiendo fallas únicamente cuando estas ocurren, lo cual ha generado altos costos operativos, tiempos de parada no programada, disminución de la eficiencia global de los equipos (OEE) y una menor confiabilidad de los procesos.

Pese a contar con maquinaria especializada y un equipo técnico operativo, no se dispone de un plan de mantenimiento estructurado que permita anticiparse a las fallas, establecer rutinas periódicas ni monitorear los indicadores clave de desempeño. Además, se evidencia una baja participación del personal en las tareas de mantenimiento, limitando el desarrollo del mantenimiento autónomo, pilar fundamental del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

En este contexto, surge la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM que contribuya a optimizar la gestión de activos, aumentar la vida útil de los equipos, reducir los costos asociados a paros y reprocesos, y fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua y al involucramiento del recurso humano.

¿Cómo incidirá el diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM en la eficiencia operativa y la disponibilidad de las maquinarias de la empresa Gráficas Torres?

Preguntas Directrices

- ¿Cuáles son las principales fallas y puntos críticos que presentan las maquinarias de Gráficas Torres?
- ¿Qué tipo de mantenimiento se ejecuta actualmente y qué limitaciones presenta?
- ¿Qué estructura metodológica debe tener un plan de mantenimiento bajo la filosofía TPM aplicable a la empresa?
- ¿Qué indicadores técnicos permitirán evaluar la efectividad del plan propuesto?
- ¿Qué estrategias de participación del personal pueden implementarse para fortalecer el mantenimiento autónomo?

Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un plan de mantenimiento para las maquinarias, mediante la metodología tpm mejorando la disponibilidad de los equipos de la empresa y de esta manera lograr mayores estándares de calidad en el producto entregado.

Objetivos específicos

- Proponer estrategias de capacitación y empoderamiento del personal, para desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios para la implementación exitosa del plan de mantenimiento TPM.
- Monitorear y evaluar constantemente el desempeño del plan de mantenimiento.
- Desarrollar un sistema de mejora continua que permita el análisis de fallas, la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de acciones correctivas y preventivas.
- Recolectar información acerca de la historia de la empresa, con el fin de mostrar el nivel de desarrollo de mantenimiento que poseen actualmente.
- Identificar los puntos críticos y los posibles fallos de los equipos.

Justificación

El diseño e implementación de un plan de mantenimiento basado en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para las maquinarias de la empresa Gráficas Torres se justifica por diversas razones de índole técnica, económica y estratégica.

Desde el punto de vista técnico, el plan de mantenimiento TPM permitirá mejorar la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de los equipos de Gráficas Torres. Esto se logrará a través de la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, así como del mantenimiento autónomo a cargo de los operarios. De esta manera, se reducirán las fallas inesperadas y los tiempos de parada no programados, lo que impactará positivamente en la calidad y consistencia de los productos.

En el aspecto económico, el plan de mantenimiento TPM contribuirá a la optimización de los costos de mantenimiento de la empresa. Al prevenir averías y reducir las reparaciones, se disminuirán los gastos en repuestos, mano de obra y paradas de producción. Además, al incrementar la vida útil de los equipos, se podrá diferir las inversiones en reemplazos de maquinaria, lo que redundará en un mejor aprovechamiento de los activos de la organización.

Desde una perspectiva estratégica, el diseño e implementación del plan de mantenimiento TPM se justifica como una herramienta clave para fortalecer la competitividad de Gráficas Torres en el mercado. Al mejorar la fiabilidad y disponibilidad de sus equipos, la empresa podrá cumplir de manera más eficiente con los plazos de entrega y los requerimientos de calidad de sus clientes. Esto, sumado a la reducción de costos, le permitirá a Gráficas Torres mantener e incluso aumentar su participación en el sector de la impresión y producción gráfica.

La implementación del TPM también tendrá un impacto positivo en la motivación y el empoderamiento del personal de Gráficas Torres, al involucrarlos activamente en las tareas de mantenimiento. Esto se traducirá en una mayor cultura de cuidado y preservación de los activos de la empresa, lo cual contribuye a la sostenibilidad del plan de mantenimiento a largo plazo.

Gráficas Torres se justifica ampliamente por los beneficios técnicos, económicos y estratégicos que este enfoque puede aportar a la empresa, fortaleciendo así su posición competitiva en el mercado

1. Fundamentación teórica

Antecedentes

El mantenimiento de maquinaria es un aspecto crítico para garantizar la productividad y competitividad de las empresas en el sector industrial. Diversos estudios han demostrado los beneficios de implementar estrategias de mantenimiento basadas en la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en diferentes tipos de organizaciones.

Un estudio realizado por (Ahuja, 2008), analizó los principales enfoques de mantenimiento en la industria, destacando que el TPM ha sido ampliamente adoptado debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y la efectividad de los equipos. Los autores señalaron que la implementación del TPM ha permitido a las empresas reducir los costos de mantenimiento, aumentar la disponibilidad de las máquinas y mejorar la calidad de los productos.

La importancia de involucrar a todos los niveles de la organización en el mantenimiento de los equipos. Esta participación activa del personal, desde la alta dirección hasta los operarios, es fundamental para lograr una mejora continua en la confiabilidad y el desempeño de la maquinaria.

En el contexto latinoamericano, diversos estudios de caso han evidenciado los beneficios de implementar el TPM en empresas de la región. Por ejemplo, un estudio realizado por Viveros et al. (2013), en una empresa chilena de fabricación de productos plásticos, demostró que la aplicación del TPM permitió reducir los tiempos de parada de máquina, aumentar la eficiencia global de los equipos y mejorar la calidad del producto final.

En el caso específico de empresas gráficas, algunos trabajos han abordado la importancia del mantenimiento de maquinaria en este sector. Un estudio de

Pereira y Salles (2018) en una imprenta brasileña, evidenció que la implementación de un programa de mantenimiento preventivo basado en el TPM contribuyó a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de impresión.

Estos antecedentes resaltan la relevancia de diseñar e implementar un plan de mantenimiento basado en el TPM para las maquinarias de la empresa Gráficas Torres, con el fin de mejorar su rendimiento, reducir los costos de mantenimiento y fortalecer su posición competitiva en el mercado.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Mantenimiento y aplicación en la industria

El mantenimiento industrial comprende el conjunto de actividades técnicas y administrativas destinadas a preservar o restablecer un bien físico a un estado en el que pueda desempeñar una función requerida. Su correcta gestión garantiza la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos productivos, contribuyendo a la continuidad operativa y a la reducción de pérdidas por paradas no planificadas (Molina & Guerrero, 2021).

Se reconocen distintos tipos de mantenimiento aplicables a la industria, tales como:

Mantenimiento correctivo: se ejecuta una vez que ocurre una falla. Aunque puede ser útil para eventos no recurrentes, genera altos costos por tiempos muertos.

Mantenimiento preventivo: se basa en inspecciones y reemplazo de componentes de forma programada, reduciendo la probabilidad de fallas.

Mantenimiento predictivo: se fundamenta en el monitoreo de condiciones mediante sensores y análisis de datos, para intervenir justo antes de una falla esperada.

Mantenimiento autónomo: involucra a los operarios de producción en tareas básicas de mantenimiento diario (limpieza, inspección, lubricación), fortaleciendo el sentido de pertenencia y disminuyendo la carga del equipo técnico.

1.2.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM (Total Productive Maintenance) es una metodología originaria de Japón, desarrollada por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), que busca maximizar la eficiencia de los equipos mediante la participación de todo el personal de la empresa. Su propósito central es eliminar las pérdidas productivas, promoviendo la mejora continua a través de un enfoque integral (Nakajima, 2021). TPM se sustenta en ocho pilares fundamentales, entre los cuales destacan:

- Mantenimiento autónomo

- Mantenimiento planificado
- Mejora enfocada
- Entrenamiento y formación
- Gestión temprana de equipos
- Control de calidad en mantenimiento
- Seguridad, higiene y medio ambiente
- TPM en áreas administrativas

Esta metodología contribuye a alcanzar cero averías, cero defectos y cero accidentes, mejorando indicadores como el OEE (Overall Equipment Effectiveness).

1.2.3. Eficiencia General de los Equipos (OEE)

El indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) es un parámetro fundamental para evaluar el desempeño global de una máquina o equipo productivo. Este indicador se obtiene mediante el producto de tres factores principales: disponibilidad, rendimiento y calidad, los cuales reflejan distintos aspectos de la eficiencia operativa (Kobayashi & Wilson, 2022).

Fórmula general:

$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

Un valor de OEE superior al 85% se considera óptimo y representa un nivel alto de eficiencia dentro de los estándares industriales.

El indicador OEE está compuesto por tres factores fundamentales, cada uno de los cuales representa un aspecto crítico del desempeño de los equipos productivos. A continuación, se describen y explican cada uno de estos factores:

a) Disponibilidad

La disponibilidad refleja el porcentaje de tiempo en que el equipo está realmente operativo respecto al tiempo programado para su funcionamiento. Considera las paradas no planificadas o paros imprevistos que disminuyen el tiempo efectivo de producción.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Programado}} \times 100$

donde:

Tiempo Operativo es el tiempo durante el cual la máquina está funcionando efectivamente.

Tiempo Programado es el total de tiempo en que se espera que la máquina esté en operación, excluyendo tiempos planificados de mantenimiento o descansos.

b) Rendimiento

El rendimiento mide la velocidad a la que opera el equipo en comparación con su velocidad nominal o estándar. Este factor permite identificar pérdidas por funcionamiento a menor velocidad o interrupciones breves.

Se calcula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad Producida} \times \text{Tiempo Estándar por Unidad}}{\text{Tiempo Operativo}} \times 100$$

donde:

Cantidad Producida es el número total de unidades fabricadas en el período.

Tiempo Estándar por Unidad es el tiempo ideal o estándar requerido para producir una unidad.

Tiempo Operativo es el tiempo durante el cual la máquina estuvo funcionando.

c) Calidad

La calidad representa el porcentaje de productos que cumplen con las especificaciones y estándares de calidad, en relación con el total de productos fabricados. Este factor considera las pérdidas debidas a productos defectuosos o retrabajos.

Se expresa como:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades Buenas}}{\text{Unidades Producidas}} \times 100$$

donde:

Unidades Buenas son las unidades que cumplen con los requisitos de calidad.

Unidades Producidas es el total de unidades fabricadas, incluyendo defectuosas.

Estos tres factores se multiplican para obtener el valor total del OEE, que representa la eficiencia global del equipo, integrando el tiempo disponible, la velocidad de producción y la calidad del producto final.

1.2.4. Indicadores Técnicos de Mantenimiento

Además del OEE, existen otros indicadores fundamentales:

MTTR (Mean Time To Repair): Tiempo medio de reparación. Permite evaluar la rapidez con que se resuelven las fallas.

MTBF (Mean Time Between Failures): Tiempo medio entre fallas. Se relaciona con la confiabilidad del equipo.

Índice de criticidad: Evaluación del impacto de cada máquina sobre la producción y los costos.

Backlog de mantenimiento: Acumulación de tareas pendientes, útil para evaluar la carga de trabajo.

El uso sistemático de estos indicadores facilita la toma de decisiones informadas en la planificación y ejecución de mantenimiento (González et al., 2023).

1.2.5. Rol del Personal en el TPM

Uno de los elementos diferenciadores del TPM es el involucramiento del personal operativo en la gestión del mantenimiento. A través de entrenamientos periódicos y la descentralización de tareas básicas, se promueve una cultura de responsabilidad compartida y mejora continua. Esto genera un ambiente laboral más proactivo, reduce la resistencia al cambio y mejora la comunicación entre producción y mantenimiento (Yamashina, 2022).

1.3. Marco conceptual

Mantenimiento Industrial: Conjunto de actividades técnicas y administrativas destinadas a conservar los equipos, instalaciones y sistemas productivos en condiciones óptimas de operación. Su objetivo es garantizar la disponibilidad, confiabilidad y funcionalidad de los activos a lo largo de su ciclo de vida útil. (LTDA, 2025)

Mantenimiento Productivo Total (TPM): Metodología de gestión del mantenimiento desarrollada por el Japan Institute of Plant Maintenance, cuyo propósito es maximizar la eficiencia de los equipos mediante el involucramiento de todo el personal de la organización. Integra pilares como el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mejora enfocada, formación del personal y gestión proactiva de la calidad. (Suzuki, 2021)

Mantenimiento Preventivo: Tipo de mantenimiento programado que se realiza en intervalos definidos con el objetivo de reducir la probabilidad de fallas. Incluye tareas como inspecciones, lubricación, limpieza, calibraciones y cambios de piezas. (García, 2022)

Mantenimiento Autónomo: Pilar fundamental del TPM que busca empoderar a los operarios de producción en tareas básicas de mantenimiento, como limpieza, inspección y ajuste, promoviendo el sentido de responsabilidad y reduciendo la dependencia del personal técnico. (Kim, 2023)

Indicadores de Mantenimiento: Parámetros cuantitativos que permiten evaluar el desempeño de los equipos y la eficacia del plan de mantenimiento. Entre los más utilizados destacan:

- **Mean Time to Repair (MTTR):** Tiempo promedio necesario para reparar una falla.
- **Mean Time Between Failures (MTBF):** Tiempo promedio entre fallas consecutivas.
- **Overall Equipment Effectiveness (OEE):** Eficiencia general de los equipos, basado en disponibilidad, rendimiento y calidad. (Martínez, 2021)

Criticidad de Maquinaria: Índice que permite clasificar los equipos según el impacto que tendría su falla en la producción, la seguridad y el costo. Se utiliza para priorizar recursos y definir estrategias diferenciadas de mantenimiento. (Fernández, 2024)

Paro No Programado: Interrupción inesperada del proceso productivo debido a una falla técnica o condición operativa adversa. Representa una de las principales causas de pérdida de eficiencia y aumento de costos. (Torres, 2022)

Mejora Continua (Ciclo PHVA): Metodología basada en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA o PDCA por sus siglas en inglés), que busca mejorar sistemáticamente los procesos organizacionales. Es un principio transversal al TPM y a los sistemas de gestión de calidad. (González, 2023)

1.4. Marco legal y ambiental

La ejecución de actividades industriales en Ecuador está regulada por un conjunto de normas jurídicas y ambientales que establecen obligaciones específicas para la gestión técnica, operativa y preventiva de los procesos de mantenimiento. Estas disposiciones promueven la seguridad de los trabajadores, la preservación del medio ambiente y la responsabilidad social empresarial.

1.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

Artículo 66, numeral 27: Reconoce el derecho de las personas a trabajar en un ambiente adecuado y libre de riesgos que afecten su salud o integridad física.

Artículo 395: Establece la obligación del Estado y los actores productivos de prevenir los daños ambientales generados por la actividad industrial.

1.4.2. Código del Trabajo (última reforma vigente)

Artículo 415: Obliga a los empleadores a adoptar medidas que garanticen la seguridad, higiene y salubridad del trabajo, incluyendo el mantenimiento de maquinarias e instalaciones.

Artículo 430: Faculta a la autoridad competente a inspeccionar y sancionar a las empresas que incumplan con medidas de prevención de riesgos técnicos.

1.4.3. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo 2393)

Este reglamento, de aplicación obligatoria en todos los centros laborales del país, establece directrices para la implementación de sistemas de mantenimiento seguros y preventivos. Destaca la necesidad de capacitar al personal en el manejo adecuado de maquinaria, realizar inspecciones periódicas y mantener registros actualizados de las actividades de mantenimiento.

1.4.4. Ley de Gestión Ambiental (2004)

Artículo 18: Señala que toda actividad industrial debe prevenir y controlar la contaminación ambiental, incluyendo aquella derivada de emisiones, residuos y uso ineficiente de equipos industriales.

Artículo 22: Obliga a las empresas a implementar planes de manejo ambiental que incluyan acciones de mantenimiento que reduzcan el impacto ambiental de la operación.

1.4.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Este cuerpo normativo recoge estándares técnicos y límites permisibles de emisiones y descargas. Exige que las maquinarias industriales funcionen de forma eficiente para minimizar el consumo energético y evitar emisiones fuera de norma, por lo cual un plan de mantenimiento adecuado es considerado parte del cumplimiento ambiental.

1.4.6. Acuerdo Ministerial 174 (2017)

Establece las disposiciones para la implementación obligatoria de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), en el cual se incluye la gestión del mantenimiento como eje transversal para la prevención de riesgos técnicos y mecánicos.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis (Hi)

La propuesta de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Gráficas Torres contribuye a mejorar la disponibilidad y eficiencia operativa de las maquinarias.

1.5.2. Hipótesis (Ho)

La propuesta de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Gráficas Torres no contribuye a mejorar la disponibilidad ni la eficiencia operativa de las maquinarias.

1.5.3. Identificación de Variables

Variable independiente: Plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Variable dependiente: Disponibilidad y eficiencia operativa de las maquinarias.

1.5.4. Operacionalización de las variables

TÍTULO: Criterios de selección de proveedores: una revisión sistemática de la literatura y nuevos enfoques				OPERALIZACIÓN DE VARIABLES		
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	VARIABLE	DIMENSIONES E INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cómo incidirá el diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM en la eficiencia operativa y la disponibilidad de las maquinarias de la empresa Gráficas Torres?	<ul style="list-style-type: none"> Proponer estrategias de capacitación y empoderamiento del personal, para desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios para la implementación exitosa del plan de mantenimiento TPM. Monitorear y evaluar constantemente el desempeño del plan de mantenimiento. Desarrollar un sistema de mejora continua que permita el 	La propuesta de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Gráficas Torres contribuirá a mejorar la disponibilidad y eficiencia operativa de las maquinarias.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: Plan de mantenimiento o basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Variable independiente: Disponibilidad y eficiencia operativa de las maquinarias 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de mantenimiento basado en TPM. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento autónomo Nivel de participación del operario en mantenimiento diario Mantenimiento planificado Existencia de cr mantenimiento 	Observación directa / Encuesta Revisión documental
	<p>análisis de fallas, la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de acciones correctivas y preventivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Recolectar información acerca de la historia de la empresa, con el fin de mostrar el nivel de desarrollo de mantenimiento que poseen actualmente. Identificar los puntos críticos y los posibles fallos de los equipos. 					

Tabla 1: Variables. *Elaborado por: Windy Alcivar*

1.6. Marco metodológico

Esta sección hace mención del conjunto de elementos, técnicas, métodos, pasos y procesos utilizados en el desarrollo de un proceso de investigación, con el fin de responder a los objetivos, preguntas y problemas planteados, los cuales se detallan de manera organizada en los siguientes puntos.

1.6.1. Modalidad básica de la investigación

La modalidad básica de la presente investigación es de campo y documental. Es de campo porque la información se recolectará directamente en el entorno real de la empresa Gráficas Torres, a través de observación, entrevistas y levantamiento técnico de datos sobre sus maquinarias y procesos de mantenimiento. Es documental porque se sustenta en la revisión de fuentes bibliográficas, normativas técnicas y antecedentes investigativos relacionados con el mantenimiento industrial y la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Esta combinación permite abordar el problema desde una perspectiva teórico-práctica, integrando el análisis conceptual con la realidad operativa de la empresa, con el fin de diseñar una propuesta de mejora viable y técnicamente sustentada.

1.6.2. Enfoque

El enfoque metodológico que guía esta investigación es cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos y medibles, relacionados con el desempeño de las maquinarias de la empresa Gráficas Torres. Este enfoque permite establecer relaciones entre variables mediante la evaluación de indicadores técnicos como la disponibilidad operativa, el tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR) y la eficiencia general de los equipos (OEE).

La investigación busca comprobar empíricamente si la aplicación de un plan de mantenimiento estructurado, basado en la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), contribuye a mejorar dichos indicadores. El uso del enfoque cuantitativo también facilitará comparar los resultados antes y después de la propuesta, permitiendo validar la hipótesis planteada mediante evidencia objetiva.

1.6.3. Nivel de investigación

La presente investigación se enmarca en el nivel de Investigación Aplicada, ya que tiene como objetivo resolver un problema práctico y específico relacionado con el mantenimiento de las maquinarias en la empresa Gráficas Torres, a través del

diseño e implementación de un plan basado en el enfoque del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este enfoque busca mejorar la eficiencia operativa de las máquinas y reducir el tiempo de inactividad mediante la participación de todos los miembros de la organización. Adicionalmente, se incluye un componente de Investigación Descriptiva, pues se realizará un análisis detallado de las condiciones actuales de las maquinarias, las prácticas de mantenimiento existentes y los recursos disponibles, con el fin de proporcionar una base sólida para el diseño del plan. Asimismo, la investigación podrá incorporar elementos de Investigación Cuantitativa en la recolección y análisis de datos numéricos sobre el rendimiento de las máquinas y los tiempos de inactividad, con el fin de evaluar el impacto del plan propuesto.

1.6.4. Población de estudio

La población de estudio de esta investigación está conformada por las maquinarias y equipos de producción de la empresa Gráficas Torres, así como por los operarios y el personal de mantenimiento involucrado en los procesos de gestión y mantenimiento de estos equipos. La selección de esta población se justifica debido a que el objetivo principal es diseñar un plan de mantenimiento que optimice el rendimiento y la disponibilidad de las maquinarias en el contexto de la producción. En este sentido, se considerarán tanto las características técnicas de las máquinas como las condiciones actuales de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, se tomará en cuenta la percepción y la experiencia del personal involucrado, lo cual permitirá identificar áreas de mejora y adaptar las estrategias de mantenimiento de acuerdo con las necesidades reales de la empresa.

1.6.5. Tamaño de muestra

Se determinará con base en la cantidad de maquinarias en la empresa Gráficas Torres que estén involucradas en los procesos de producción. Dado que el objetivo es diseñar un plan de mantenimiento que sea aplicable a las principales máquinas de la empresa, se seleccionará una muestra representativa de las máquinas, que incluirá aquellas con mayor impacto en la producción, así como una variedad de equipos que representen diferentes tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo, etc.).

En cuanto al personal, se seleccionará un número de operarios y personal de mantenimiento que se considere adecuado para obtener una visión representativa de las prácticas y percepciones existentes en la empresa. El tamaño final de la muestra será determinado teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos para la recolección de datos y el análisis de los resultados, así como la necesidad de

obtener información confiable y relevante.

1.6.6. Plan de recolección de la información

N°	Preguntas frecuentes	Explicación
1	¿Para qué?	Mejorar la eficiencia operativa de las maquinarias y reducir el tiempo de inactividad
2	¿De qué personas?	Personal de mantenimiento, operarios, supervisores de producción, y gerentes de la empresa Gráficas Torres.
3	¿Sobre qué aspectos?	Condiciones actuales de las maquinarias, prácticas de mantenimiento existentes (preventivo y correctivo), y las percepciones del personal sobre los procesos de mantenimiento.
4	¿Quién investiga?	Windy Alcivar
5	¿Cuándo?	Mayo del 2025
6	¿Dónde?	En las instalaciones de la empresa Gráficas Torres
7	¿Cuántas veces?	Una vez, durante el proceso de diagnóstico inicial para identificar las condiciones actuales.
8	¿Qué técnica de recolección?	Observación directa de las condiciones de las maquinarias, prácticas de mantenimiento, y procedimientos operativos.
9	¿Con que?	Diagnóstico, para identificar las necesidades y áreas de mejora en el mantenimiento de las maquinarias.
10	¿Qué situación?	Diagnóstico, para identificar las necesidades y áreas de mejora en el mantenimiento de las maquinarias.

Tabla 2: Plan de recolección de información. **Fundamentado en:** el diagnóstico inicial y la revisión bibliográfica sobre mantenimiento industrial y gestión de activos.

1.6.7. Procesamiento de la información

Una vez recolectada la información mediante la técnica de observación directa y el uso de listas de verificación (check list), los datos serán organizados y analizados con el fin de diagnosticar el estado actual del mantenimiento de las maquinarias en la empresa Gráficas Torres. El procesamiento de la información se realizará de manera cualitativa y cuantitativa.

En la parte cualitativa, se interpretarán las observaciones sobre las prácticas de mantenimiento, condiciones operativas y la participación del personal. En cuanto a la parte cuantitativa, se sistematizarán los datos obtenidos en tablas y gráficos para facilitar su análisis, identificando patrones, deficiencias y oportunidades de mejora. Esta información servirá como base para la elaboración del plan de mantenimiento basado en el enfoque TPM, asegurando que las propuestas estén fundamentadas en la realidad operativa de la empresa

Capítulo 2

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MAQUINARIAS

2.1 Descripción de la empresa

Gráficas Torres es una empresa ecuatoriana dedicada al diseño e impresión de textos e imágenes sobre todo tipo de papel, ofreciendo soluciones gráficas integrales para clientes locales y nacionales. Su compromiso se basa en la calidad de sus productos y servicios, priorizando la satisfacción de sus clientes y el cumplimiento de los requisitos legales vigentes.

Ubicada en la ciudad de Manta, la empresa cuenta con más de 20 años de experiencia en el sector gráfico, brindando servicios que incluyen diseño, impresión offset, acabados y troquelado. Gracias a su capacidad técnica y humana, Gráficas Torres se ha posicionado como la imprenta gráfica más grande de la provincia de Manabí.

Entre sus principales clientes se encuentran reconocidas empresas del sector atunero como Promopesca, Conservas Isabel, Propemar, Tecopesca y Puerto Mar, lo que evidencia su trayectoria y confianza en la industria local.

Actualmente, la empresa cuenta con un equipo de 18 trabajadores y dispone de la certificación BASC (Business Alliance for Secure Commerce), garantizando la seguridad de sus procesos y la prevención de riesgos laborales y actividades ilícitas.

Política Empresarial

Gráficas Torres establece como política el compromiso con la satisfacción del cliente mediante la calidad en sus productos y servicios, el cumplimiento de la normativa legal vigente, y la promoción del bienestar e integridad de sus colaboradores a través de la prevención de riesgos laborales y la lucha contra actividades ilícitas. Para ello, la empresa destina los recursos necesarios que permitan el mejoramiento continuo de sus actividades, asegurando la difusión de su política a empleados, clientes y proveedores.

Misión

Satisfacer a nuestros clientes aportando un servicio íntegro, inspirando confianza con nuestra trayectoria y experiencia, creando valor y marcando la diferencia en calidad y servicio.

Visión

Ser la mejor alternativa para las empresas y la comunidad, ofreciendo servicios seguros e impresión de calidad, brindando soluciones a precios competitivos.

Organigrama

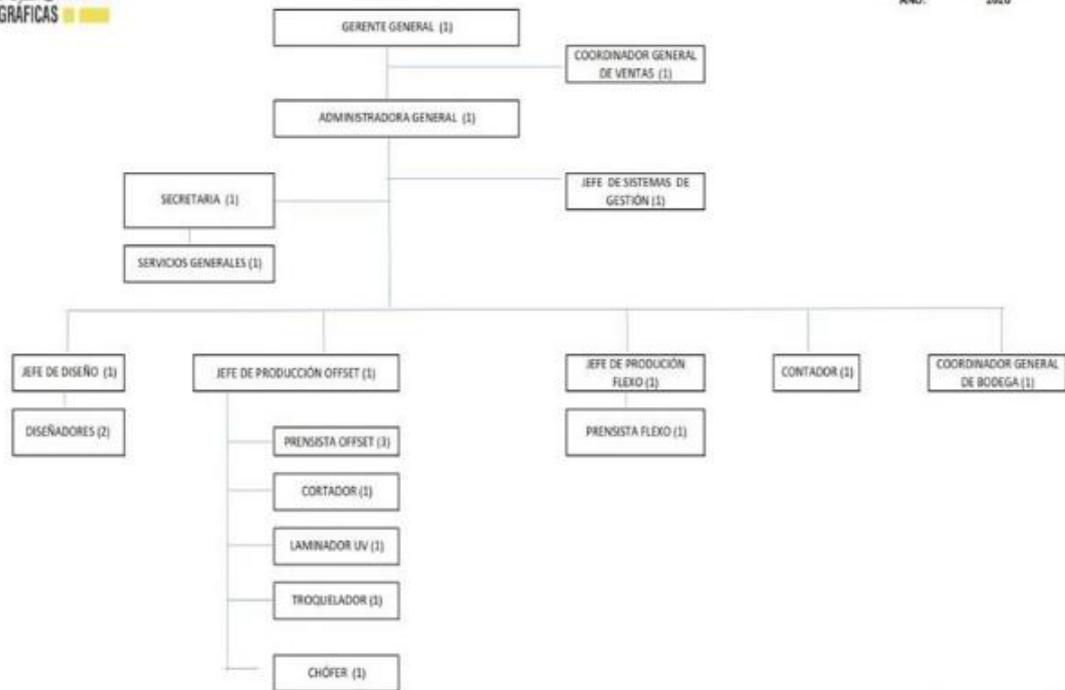


Diagrama de flujo

**DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO- OFFSET
GRAFICAS TORRES**

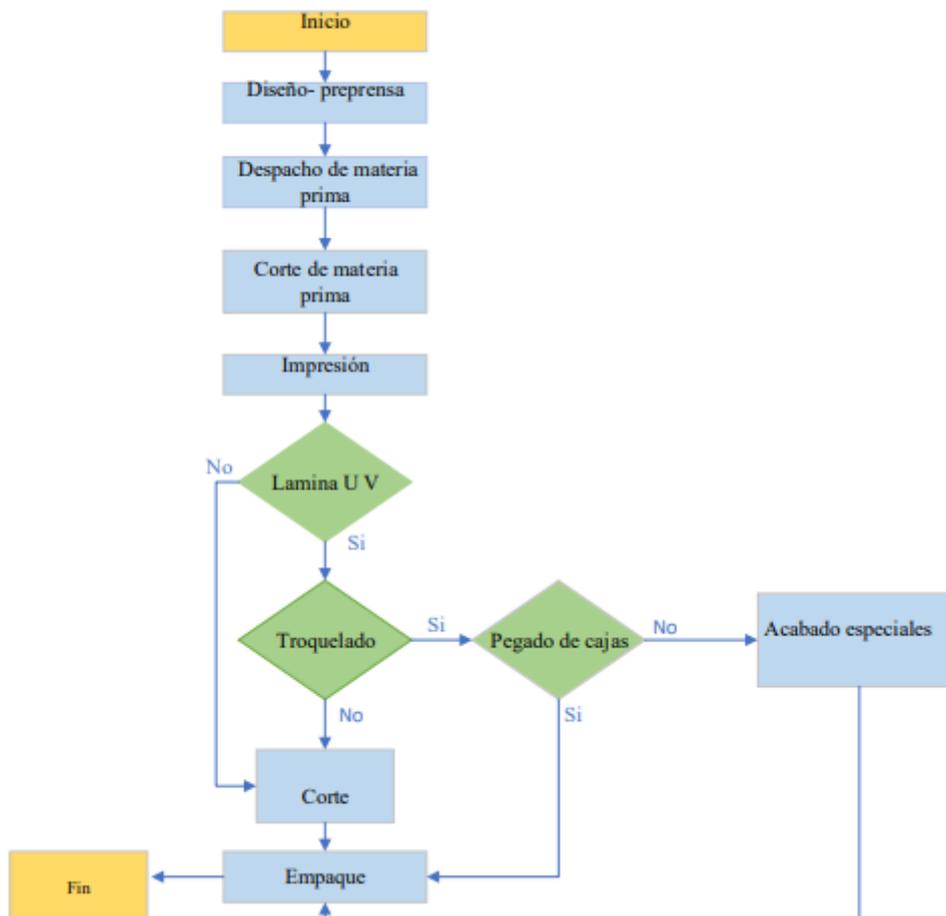


DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO FLEX GRAFICAS TORRES



2.2 Identificación de maquinarias

2.1 Introducción

En el presente capítulo se expone un análisis detallado del estado actual de las maquinarias utilizadas en el proceso de producción de la empresa Gráficas Torres. Este diagnóstico permite identificar las debilidades en la gestión del mantenimiento y establecer las bases para la propuesta de un sistema estructurado, bajo el enfoque del Mantenimiento Productivo Total (TPM). La información recolectada responde a visitas in situ, entrevistas al personal técnico, revisión de bitácoras, observaciones directas del funcionamiento de los equipos y evaluación del entorno operativo.

2.2 Identificación de maquinarias

A continuación, se describen de forma técnica y detallada las principales máquinas utilizadas en la planta de producción, especificando su función, modelo, marca y estado operativo. Esta información resulta fundamental para comprender el impacto de las fallas, determinar los equipos críticos del proceso y orientar la implementación del plan de mantenimiento. **Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada en visitas técnicas y entrevistas al personal de**

Gráficas Torres (mayo 2025)

La información técnica, las características operativas y el estado actual de las maquinarias descritas en este apartado fueron obtenidos mediante visitas técnicas realizadas a las instalaciones de la empresa Gráficas Torres, observación directa del funcionamiento de los equipos y entrevistas al personal operativo y técnico de mantenimiento (mayo 2025). También se utilizó documentación interna de la empresa, como fichas técnicas, manuales de usuario y reportes de producción.

1. Guillotina Polar 92E

Marca: Polar

Función: Corte de papel y productos impresos con alta precisión.

Descripción: Esta máquina es una guillotina hidráulica utilizada para el corte final de papel y cartón, esencial en el área de acabado. Permite cortes exactos en grandes volúmenes, con opciones de programación automática para secuencias repetitivas.

Estado actual: Presenta un régimen de mantenimiento correctivo, es decir, solo se interviene cuando la máquina falla. Esta práctica ha generado paradas inesperadas, retrasos en las entregas y un uso ineficiente de recursos. No se realiza control periódico de cuchillas ni calibración de sensores, lo que compromete la calidad del corte y representa un riesgo operativo para el personal.

2. Guillotina Wohlenberg MCS-2 TV

Marca: Wohlenberg

Función: Guillotina industrial de precisión para corte final de papel y otros materiales gráficos.

Descripción: Es un equipo robusto, controlado electrónicamente, diseñado para operaciones de corte continuo en materiales de diferentes gramajes.

Estado actual: Se encuentra operando bajo un esquema de mantenimiento reactivo. Las cuchillas muestran signos de desgaste y el sistema hidráulico presenta pérdidas menores de aceite. No existen registros técnicos de calibración ni mantenimiento, y no se realiza limpieza interna regular. Esto ha provocado pérdidas de precisión y lentitud en la operación.

3. K Master Enrolladora Flexográfica

Marca: K Master

Función: Enrollado del papel impreso en flexografía.

Descripción: Es una máquina fundamental para la salida del material impreso, ya que permite el rebobinado de manera controlada y alineada, facilitando su almacenamiento o traslado a procesos posteriores.

Estado actual: Actualmente funciona sin ningún tipo de programa de

mantenimiento definido. Se han observado errores frecuentes en la alineación del enrollado y deterioro en los rodillos de tracción. Los sensores de tensión y parada de emergencia no reciben inspecciones periódicas. El desgaste progresivo afecta directamente la calidad del producto final.

4. Impresora Flexográfica Kromia

Marca: K Master

Función: Impresión flexográfica a color sobre papel y cartón.

Descripción: Esta máquina permite imprimir con tintas de secado rápido, adecuada para etiquetas, empaques y papelería comercial. Su funcionamiento depende del correcto estado de los rodillos anilox, bombas de tinta y sistemas de entintado.

Estado actual: Sin rutinas de limpieza ni engrase establecidas, lo que ha generado fallas constantes en el sistema de bombas de tinta. Además, los rodillos no han sido reemplazados dentro del ciclo de vida recomendado. Esto impacta negativamente en la calidad del color y produce defectos visibles en la impresión.

5. Intercaladora de Hojas Duplo DFC-10 / Duplo Colater

Marca: Duplo

Función: Ensamblaje automático de pliegos para encuadernación.

Descripción: Este equipo automatiza el proceso de intercalación de páginas en secuencia, facilitando trabajos de cuadernillos, revistas y catálogos.

Estado actual: El mantenimiento de esta máquina es inexistente. Los sensores ópticos de conteo están desalineados, lo que provoca errores de inserción. El sistema de alimentación de hojas muestra atascos frecuentes. Se ha identificado un desgaste considerable en las piezas móviles por falta de engrase.

6. Máquina Offset Kolor Mate 23x42 Chief 217-17

Marca: Kolor Mate

Función: Impresión offset en formato medio.

Descripción: Equipo mecánico semiautomático para tirajes medianos, que permite impresión de alta calidad sobre distintos sustratos.

Estado actual: Tiene fallas recurrentes en el registro de impresión debido a la falta de alineación y limpieza de rodillos. La lubricación se hace de manera esporádica, y no existe control sobre el estado de los cilindros ni del sistema de tinta. Esto ha provocado una disminución notable en la calidad de los trabajos.

7. Máquina Offset Kolor Mate 23x33 1115

Marca: Kolor Mate

Función: Impresión offset de formato pequeño para tirajes cortos.

Descripción: Ideal para materiales publicitarios, hojas membretadas y papelería

comercial, esta máquina requiere precisión en la regulación de presiones y temperatura.

Estado actual: Presenta fallas en el sistema de alimentación de papel, producto del desgaste de correas. Además, la suciedad acumulada en los rodillos entintadores afecta el secado uniforme de las tintas. La ausencia de mantenimiento programado ha provocado un bajo rendimiento general del equipo.

8. Máquina UV Kord 57x33

Marca: Kord

Función: Impresión offset con secado ultravioleta.

Descripción: Equipada con lámparas UV, esta máquina permite un secado inmediato de la tinta, mejorando la durabilidad y acabado del impreso.

Estado actual: El sistema UV presenta fallas en el encendido y apagado automático. Las lámparas no han sido reemplazadas según su vida útil estimada. La acumulación de polvo en las unidades ópticas ha reducido significativamente la intensidad de secado, provocando manchas y transferencia de tinta en el producto terminado.

9. Máquina UV Kord 64x44

Marca: Kord

Función: Similar a la anterior, pero diseñada para formatos más grandes.

Descripción: Utilizada para trabajos de gran formato que requieren secado rápido, la máquina tiene una estructura más robusta y mayor potencia en las lámparas UV.

Estado actual: El sistema mecánico de alimentación presenta ruidos irregulares y paradas imprevistas. Las lámparas no han sido calibradas ni reemplazadas, lo que compromete el secado efectivo. La ausencia de inspecciones técnicas ha provocado fallos intermitentes en el tablero de control.

10. Pegadora de Cartón Jagenberg Diana 85-1

Marca: Jagenberg

Función: Pegado automático de cartón corrugado para cajas y empaques.

Descripción: Esta máquina permite realizar el pegado lateral y automático de envases plegables, siendo crucial en la línea de producción de empaques.

Estado actual: El sistema de alimentación de cartón se encuentra desalineado. Los inyectores de pegamento presentan obstrucciones y el sensor de corte está desprogramado. Todo esto es consecuencia de la falta de rutinas de inspección, limpieza y ajuste periódico.

11. Troqueladora Royo Machinery MHC-1060 0.43x1.3

Marca: Royo Machinery

Función: Corte de cartón y papel mediante troqueles para producir empaques personalizados.

Descripción: Máquina robusta de troquelado plano con precisión milimétrica. Permite realizar cortes y hendiduras para diseños específicos.

Estado actual: Los troqueles se encuentran desalineados y varias piezas internas presentan desgaste evidente. No se realiza mantenimiento preventivo, lo que ha generado paradas constantes y reducción en la precisión de los cortes.

12. Impresora Offset Shino-Hara

Marca: Shino-Hara

Función: Impresión offset de alta velocidad.

Descripción: Máquina japonesa reconocida por su durabilidad y precisión, utilizada para impresiones comerciales de gran volumen.

Estado actual: Los rodillos entintadores y los sistemas mecánicos presentan desgaste considerable. El equipo es intervenido solo en caso de falla, sin revisión de sus componentes electrónicos o ajustes técnicos.

13. Speed Master 5M52-4-14

Marca: Heidelberg

Función: Impresora offset de alta gama y velocidad, diseñada para producir grandes tirajes con calidad uniforme.

Descripción: Integra sistemas automáticos de limpieza, ajuste y alimentación, optimizando los tiempos de producción.

Estado actual: El equipo ha sido operado sin mantenimiento periódico, provocando deterioro en los rodillos, variaciones de temperatura en el secado y fallas intermitentes en el sistema de entintado.

2.3 Estado actual del mantenimiento

El análisis de las operaciones de mantenimiento realizadas actualmente en la empresa Gráficas Torres revela una gestión reactiva y no planificada, basada exclusivamente en la atención a fallas una vez que estas ya se han producido. Este enfoque, conocido como mantenimiento correctivo, ha sido el modelo predominante en la planta, generando una serie de consecuencias negativas tanto a nivel técnico como operativo y económico.

En la actualidad, no se dispone de un plan estructurado de mantenimiento preventivo ni de registros históricos que permitan llevar un control riguroso de intervenciones realizadas, repuestos utilizados, horas de trabajo técnico invertidas, ni condiciones operativas de los equipos. Cada vez que ocurre una falla en una

máquina, se procede a detener la producción, contactar al técnico disponible y reparar la falla según la urgencia del caso, lo que ha ocasionado altos tiempos muertos, disminución de la eficiencia general del equipo (OEE) y aumento en los costos de operación.

Falencias detectadas en la gestión actual:

- Ausencia de programación preventiva: Ninguna de las 13 máquinas analizadas cuenta con un cronograma periódico de inspección, lubricación, ajuste o limpieza técnica. Esta omisión genera un desgaste acelerado de componentes críticos como rodillos, cuchillas, sensores, sistemas hidráulicos, motores y tableros de control.
- Dependencia del mantenimiento correctivo: El mantenimiento solo se realiza cuando la máquina presenta una falla evidente. Este tipo de intervención genera interrupciones imprevistas en la línea de producción, retrasos en los pedidos, disminución de la calidad del producto final y una alta rotación de repuestos urgentes que, en muchos casos, deben ser importados, aumentando los tiempos de reposición.
- Falta de documentación técnica: No existen registros digitalizados ni físicos de los mantenimientos realizados. Tampoco se cuenta con hojas de vida de las máquinas, ni con información sistematizada sobre las piezas reemplazadas, el tipo de fallas recurrentes ni su frecuencia. Esta falta de trazabilidad impide tomar decisiones estratégicas a largo plazo.
- Desconocimiento de manuales del fabricante: Aunque los equipos poseen manuales técnicos con especificaciones sobre frecuencias de engrase, calibración, reemplazo de piezas y configuración de sensores, estos no son consultados ni utilizados por el personal técnico. La mayoría de intervenciones se basa en la experiencia empírica de los operadores.
- Personal técnico reactivo: Si bien el personal de mantenimiento cuenta con experiencia operativa, no se encuentra capacitado bajo metodologías modernas de gestión del mantenimiento como TPM, RCM o análisis de criticidad. Además, su rol es solicitado solo cuando la máquina se detiene, sin participar en inspecciones preventivas o en el entrenamiento de los operarios.
- Ausencia de indicadores de desempeño: No se miden métricas clave como el MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio de reparación), disponibilidad operativa, eficiencia global o tasa de fallos por equipo. Esto impide diagnosticar qué máquinas son críticas, cuáles representan mayor

riesgo para la continuidad del negocio y qué acciones prioritarias deben ejecutarse.

- Falta de control sobre el valor contable de los activos:

Actualmente, la empresa no mantiene un registro actualizado del valor en libros de cada una de las máquinas. El valor en libros representa el valor contable neto de los activos, calculado restando la depreciación acumulada al costo original de adquisición. Esta información es fundamental para la gestión financiera, la toma de decisiones estratégicas sobre inversiones en mantenimiento, renovación o reemplazo de equipos, y para evaluar la depreciación y el estado económico de los activos. La ausencia de este control limita la capacidad de la empresa para planificar adecuadamente el mantenimiento y las inversiones en sus maquinarias productivas.

Consecuencias observadas:

La falta de un enfoque preventivo ha generado impactos tangibles y cuantificables en la operación diaria de Gráficas Torres, entre los cuales se destacan:

Tiempos muertos prolongados: La falta de mantenimiento ha llevado a que múltiples máquinas se detengan de forma repentina, generando cuellos de botella en la línea de producción y afectando directamente el cumplimiento de cronogramas y entregas pactadas con los clientes.

Aumento en los costos operativos: El uso de repuestos de emergencia, la contratación urgente de servicios técnicos externos y la compra no planificada de insumos han elevado los costos de mantenimiento en más del 30% respecto al presupuesto inicial, según datos internos.

Reducción de la vida útil de los equipos: Al no aplicar rutinas de conservación ni detectar fallas potenciales a tiempo, se ha acelerado el envejecimiento de las máquinas. Algunas de ellas presentan signos visibles de deterioro estructural, corrosión o desgaste por vibraciones, lo que compromete su funcionalidad a mediano plazo.

Problemas de calidad en el producto final: Fallas en el sistema de entintado, mala alineación en el troquelado, errores de corte y pegado deficiente son algunos de los defectos que han aumentado la tasa de productos no conformes. Esto se traduce en retrabajos, desperdicio de material y pérdida de confianza por parte de los clientes.

Ambiente de trabajo riesgoso: La operación de máquinas sin mantenimiento genera riesgos mecánicos, eléctricos y operativos. Por ejemplo, fallas en sensores de parada de emergencia, fugas hidráulicas, sistemas de sujeción flojos o tableros

eléctricos sin mantenimiento pueden desencadenar accidentes laborales.

2.4 Problemática encontrada

El análisis integral de las condiciones actuales del parque de maquinarias en Gráficas Torres ha evidenciado múltiples problemáticas estructurales y operativas que afectan significativamente el desempeño de la planta. Estas problemáticas no solo limitan la capacidad productiva, sino que también incrementan los costos, disminuyen la calidad del producto final y elevan los riesgos laborales. El origen de estas deficiencias radica, en gran medida, en la ausencia de un sistema de mantenimiento planificado, la escasa cultura preventiva y la falta de una estrategia organizacional enfocada en la conservación de los activos físicos.

A continuación, se detallan los principales problemas identificados:

1. Mantenimiento correctivo como única modalidad operativa

La empresa depende exclusivamente del mantenimiento correctivo, es decir, actúa únicamente cuando la maquinaria falla o deja de funcionar. Este enfoque reactivo genera un círculo vicioso de deterioro progresivo, mayores tiempos de inactividad, y altos costos de reparación. Al no prevenir fallas, la organización se encuentra en un estado constante de urgencia operativa, lo que impide una planificación eficaz de la producción.

2. Paros constantes en la producción

Las paradas inesperadas, causadas por fallas mecánicas o eléctricas no previstas, afectan directamente el flujo productivo. Estos paros interrumpen las operaciones, generan descoordinación entre procesos y retrasan la entrega de productos a los clientes. Dado que muchas de las fallas surgen en equipos clave como impresoras, troqueladoras o guillotinas, el impacto es aún mayor, afectando el rendimiento general de la planta.

3. Desgaste prematuro de componentes críticos

Debido a la falta de rutinas de limpieza, lubricación y ajustes técnicos, los componentes mecánicos de las máquinas como rodillos, motores, cuchillas, engranajes y sensores presentan un deterioro acelerado. Este desgaste prematuro no solo reduce la eficiencia de las máquinas, sino que acorta su vida útil y eleva los costos de reemplazo de piezas.

4. Incremento de productos no conformes

La deficiencia en el estado técnico de las maquinarias ha provocado un aumento en los errores de producción. Se han detectado problemas como cortes imprecisos, desalineación en el troquelado, impresiones borrosas, pegado irregular y fallos en el secado de tintas UV. Todo esto genera retrabajos, desperdicio de materia prima

y, en ocasiones, la necesidad de rehacer pedidos completos, afectando la rentabilidad.

5. Falta de control sobre el estado real de las máquinas

La empresa no cuenta con herramientas de monitoreo ni indicadores de gestión que le permitan conocer el estado operativo de sus activos. No existen bitácoras de mantenimiento, análisis de fallas recurrentes ni registros de horas trabajadas por máquina. Esta falta de información impide tomar decisiones informadas sobre sustituciones, mantenimiento predictivo o inversión en repuestos críticos.

6. Ausencia de cultura de mantenimiento preventivo

El personal operativo y técnico no ha sido capacitado en metodologías modernas de mantenimiento, como TPM o RCM. Tampoco se promueve la participación del personal en actividades básicas de conservación como limpieza, inspección o detección temprana de fallas. Esta situación limita la proactividad del equipo humano y reduce la conciencia sobre la importancia del mantenimiento como pilar de la productividad.

7. Ineficiencia en la planificación y distribución del trabajo

Debido a que muchas tareas de reparación son imprevistas, la planificación del trabajo diario en planta se ve constantemente alterada. Esto genera desorganización, acumulación de pedidos, tiempos ociosos en otras áreas de la producción y una sensación general de caos operativo.

8. Impacto negativo en la seguridad laboral

El deterioro técnico de las máquinas aumenta el riesgo de accidentes. Equipos con sensores dañados, protecciones ausentes, cables expuestos o mecanismos de emergencia sin funcionamiento adecuado representan un peligro inminente para los trabajadores. Esta situación pone en evidencia la falta de integración entre el mantenimiento y el sistema de gestión de seguridad industrial.

Conclusión del diagnóstico

La empresa Gráficas Torres enfrenta una situación crítica en cuanto a la gestión del mantenimiento de sus activos físicos. La dependencia del mantenimiento correctivo, la ausencia de una cultura preventiva, la falta de control técnico y los impactos sobre la producción, la calidad, los costos y la seguridad, configuran un escenario que requiere una intervención inmediata y profunda reestructuración del sistema de mantenimiento.

Este diagnóstico justifica plenamente la necesidad de implementar una metodología integral, moderna y eficaz, que permita revertir el deterioro actual y proyectar a la empresa hacia estándares de clase mundial en cuanto a productividad, confiabilidad y eficiencia operativa.

2.5 Justificación del cambio hacia el TPM

Frente a los hallazgos del diagnóstico técnico realizado en la planta de producción de Gráficas Torres, se hace evidente la necesidad de transformar radicalmente el enfoque actual de mantenimiento, pasando de un modelo correctivo a uno preventivo, estructurado y participativo. En este contexto, se propone la implementación de la metodología TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total), como una solución integral y estratégica orientada a la mejora continua, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del sistema productivo.

El TPM no es simplemente una técnica de mantenimiento, sino una filosofía de gestión industrial que busca maximizar la eficiencia de los equipos a través de la participación activa del personal de todos los niveles de la organización. Esta metodología propone que la responsabilidad del mantenimiento no recaiga únicamente en el departamento técnico, sino que sea compartida por los operarios, supervisores y directivos, promoviendo la autonomía operativa, el orden, la limpieza, la prevención de fallas y la mejora sistemática de los procesos.

Razones que justifican la adopción del TPM en Gráficas Torres

1. Necesidad de maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos

Dado que la mayoría de las máquinas identificadas presentan paradas frecuentes, desgaste acelerado y fallas recurrentes, es imprescindible adoptar un sistema que permita reducir los tiempos de inactividad y aumentar la disponibilidad de las líneas productivas. El TPM, a través de sus pilares como el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado, permite conservar los equipos en condiciones óptimas, previniendo averías y alargando su vida útil.

2. Reducción de costos operativos

El mantenimiento correctivo, como se ha evidenciado en la situación actual, genera altos costos por repuestos de emergencia, tiempos perdidos, desperdicio de materiales y contratación externa de servicios técnicos. Con TPM, se logra una planificación eficiente de los recursos, se reducen los costos por reparaciones urgentes y se optimiza el uso del tiempo técnico, lo cual representa un ahorro económico directo para la empresa.

3. Mejora de la calidad del producto final

La calidad de impresión, corte, troquelado y pegado está directamente relacionada con el estado de las maquinarias. A través del TPM, se establecen rutinas de limpieza, inspección y calibración que garantizan la estabilidad de los

procesos, evitando defectos, variaciones y productos no conformes. Esto se traduce en una mejora continua de la calidad percibida por el cliente.

4. Participación activa del personal operativo

Uno de los principios fundamentales del TPM es la autonomía del operario, quien deja de ser un simple usuario de la máquina y pasa a convertirse en un responsable directo de su estado. A través de capacitaciones, rutinas visuales, listas de verificación y mejora del entorno de trabajo, los operarios pueden detectar fallas tempranas, realizar mantenimientos básicos y contribuir al buen funcionamiento del equipo. Esta filosofía fortalece el compromiso del personal, mejora la cultura organizacional y reduce la dependencia exclusiva del personal técnico.

5. Disminución de riesgos laborales y mejora de la seguridad industrial

El TPM promueve un ambiente de trabajo ordenado, limpio y seguro. La aplicación de los principios de limpieza profunda y control visual permite identificar condiciones peligrosas antes de que generen accidentes, como fugas de aceite, cables expuestos, piezas sueltas o mecanismos sin protección. Además, la disciplina y organización que fomenta esta metodología contribuyen a cumplir con normativas de seguridad y salud ocupacional.

6. Implementación de una cultura de mejora continua

El TPM incorpora herramientas de mejora como los círculos de calidad, análisis de fallas, kaizen y estandarización de procesos. Estas herramientas no solo resuelven problemas existentes, sino que buscan identificar oportunidades de mejora en todos los niveles. Esto es fundamental para una empresa como Gráficas Torres, que requiere adaptarse a los cambios del mercado, garantizar entregas a tiempo y sostener altos estándares de calidad.

7. Facilidad de integración con otros sistemas de gestión

El TPM es compatible con otras metodologías modernas como Lean Manufacturing, ISO 9001, ISO 45001 e incluso con programas de transformación digital. Por ello, su implementación no solo mejora el mantenimiento, sino que permite integrar la gestión de activos con objetivos estratégicos más amplios de productividad, calidad y sostenibilidad.

8. Desarrollo de indicadores de desempeño técnico

La implementación del TPM permitirá establecer indicadores clave como el OEE (Eficiencia Global del Equipo), MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), MTTR (Tiempo Medio de Reparación), entre otros. Estos indicadores permitirán tomar decisiones técnicas basadas en datos reales, gestionar el riesgo de fallas, y planificar las inversiones en mantenimiento y repuestos de forma racional.

La implementación del TPM en Gráficas Torres no debe verse como una acción aislada, sino como un proyecto transformador que busca cambiar la cultura organizacional hacia una visión más proactiva, participativa y técnica. Su aplicación permitirá mejorar la disponibilidad de las máquinas, reducir costos, elevar la calidad del producto, involucrar al personal y garantizar condiciones de trabajo seguras y ordenadas. En consecuencia, el cambio hacia el TPM representa una estrategia viable, urgente y necesaria para mejorar el rendimiento operativo y competitivo de la empresa.

Capítulo 3

PROPUESTA DE DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN TPM

3.1. Justificación de la propuesta

La gestión del mantenimiento en Gráficas Torres ha presentado, históricamente, un enfoque correctivo reactivo, lo que ha generado una serie de impactos negativos en la continuidad y eficiencia de la producción. Las fallas inesperadas, la improvisación técnica, la carencia de manuales organizados y la nula planificación de mantenimientos periódicos han provocado una disminución del rendimiento y han afectado la calidad del servicio ofrecido.

Durante el diagnóstico realizado en el Capítulo 2, se evidenció que las trece máquinas actualmente operativas en la empresa presentan diversos niveles de desgaste, varios de ellos atribuibles a la ausencia de mantenimiento preventivo. La Troqueladora Original Heidelberg, por ejemplo, presenta vibraciones excesivas y desgaste en los topes, mientras que la Guillotina Polar 92 EM ha sufrido bloqueos por acumulación de residuos de papel. Estos problemas no solo retrasan la producción, sino que también representan riesgos de seguridad para el personal operativo.

En otros casos, como la Prensa Chandler & Price, que opera con una estructura de más de 70 años, su condición funcional depende de lubricación continua y ajustes semanales. El compresor de aire y la mesa vibradora, por otro lado, al no contar con cronogramas de inspección y drenaje periódico, han comenzado a presentar pérdidas de presión y ruidos anormales.

Ante este panorama, se plantea como respuesta técnica la implementación de un plan de mantenimiento basado en los pilares del TPM, con el fin de restaurar el control operativo, aumentar la vida útil de los activos, reducir el número de paradas no planificadas y optimizar el uso de recursos internos. A diferencia del mantenimiento correctivo, el TPM involucra tanto al personal técnico como a los operarios, promoviendo la cultura de la mejora continua y del autocuidado de los equipos.

Cada una de las máquinas analizadas será objeto de un plan individualizado, considerando su antigüedad, criticidad, horas de operación y accesibilidad técnica. Además, se establecerán formatos unificados de fichas técnicas, cronogramas y hojas de seguimiento, alineados a los principios del TPM.

La implementación de este plan permitirá no solo optimizar la producción, sino también generar una cultura técnica sustentable en el tiempo, reduciendo el desperdicio, mejorando la trazabilidad de las fallas y facilitando el proceso de toma

de decisiones en el área técnica.

3.2. Objetivo de la propuesta

El diseño de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la empresa Gráficas Torres surge como una respuesta estratégica a los diversos problemas identificados en la infraestructura técnica de la planta. Para ello, se plantean un conjunto de objetivos, tanto generales como específicos, con una aplicación práctica y medible sobre las nueve máquinas registradas en el diagnóstico.

Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento técnico-operativo, bajo los principios del TPM, para las maquinarias de la empresa Gráficas Torres, con el fin de prolongar su vida útil, reducir los tiempos de inactividad no programada y mejorar la eficiencia global de los procesos de producción.

Objetivos Específicos

- Diseñar rutinas de mantenimiento preventivo para cada máquina de forma individualizada.

Por ejemplo, la Guillotina Polar 92 EM requiere revisión hidráulica mensual y limpieza de sensores cada 15 días, mientras que la Troqueladora Original Heidelberg necesita ajustes y cambio de cuchillas cada 4 semanas debido a su intensidad de uso.

- Implementar el mantenimiento autónomo con participación activa del operario.

La Mesa de Luz y la Perforadora manual son equipos que pueden ser controlados directamente por los operarios mediante listas de chequeo diarias que incluyan limpieza, inspección visual y verificación de cables o fijaciones.

- Elaborar fichas técnicas y hojas de control de mantenimiento personalizadas por máquina. Las fichas contendrán información como código, ubicación, componentes críticos y repuestos comunes. Para la Prensa Chandler & Price, por ejemplo, se indicará la necesidad de grasa especial en los cojinetes y el ajuste manual del rodillo principal.
- Establecer un cronograma de mantenimiento sistemático, con tareas semanales, mensuales y anuales. En el caso del compresor de aire, se planificará un drenaje semanal, revisión de presión mensual y limpieza interna cada tres meses. Para la

mesa vibradora, se programará una inspección de motor y sistema de anclaje mensualmente.

- Definir indicadores técnicos (MTBF, MTTR, disponibilidad) que permitan medir el impacto del plan. Se espera, por ejemplo, elevar el tiempo medio entre fallas (MTBF) de la engomadora de 30 a 60 horas, mediante rutinas preventivas regulares, y reducir el tiempo medio de reparación (MTTR) de la impresora offset de 3 horas a 1.5 horas.

- Reducir los costos de reparación por fallas graves mediante el control predictivo.

Con un seguimiento adecuado, se espera disminuir la compra de repuestos no planificados, especialmente en la troqueladora, donde el reemplazo de cuchillas por mal uso representa un alto costo recurrente.

- Fomentar una cultura de mejora continua basada en la participación y en la documentación técnica. Esto incluye capacitar al personal técnico y operativo en la interpretación de las hojas de mantenimiento y fomentar propuestas internas para mejorar el rendimiento de los equipos.

3.3 Estrategias TPM a implementar

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía japonesa centrada en maximizar la eficiencia de los equipos mediante la participación activa del personal en tareas de mantenimiento. En Gráficas Torres, el TPM se implementará de manera progresiva, considerando las 13 máquinas registradas en el inventario. Los pilares fundamentales aplicables en este contexto son:

3.3.1 Mantenimiento Autónomo

Este pilar transfiere a los operarios responsabilidades básicas de mantenimiento. El objetivo es fomentar una cultura de cuidado, limpieza, inspección diaria y reporte oportuno de anomalías.

Aplicación por máquina:

Guillotina Polar 92E: Limpieza diaria de cuchilla y superficie de corte. El operario verificará la alineación de sensores y reportará cualquier fuga de aceite.

K Master Enrolladora (Flexo): Se asignará al operario la revisión y limpieza diaria de los rodillos, y calibración visual antes de cada jornada.

Máquina Offset Kolor Mate 23x33 1115: El operario inspeccionará el sistema de tinta y realizará limpieza superficial de los rodillos al finalizar el turno.

Pegadora de Cartón Jagenberg Diana 85-1: El operario limpiará residuos de adhesivo y observará el estado de los rodillos de presión.

Máquina UV Kord 57x33: Verificación diaria del estado de las lámparas UV (intensidad visual) y limpieza de filtros de aire.

3.3.2 Mantenimiento Planificado

Incluye rutinas programadas a cargo del personal técnico, con frecuencias diarias, semanales, mensuales y trimestrales, según el tipo de equipo y su nivel de criticidad.

3.3.3 Mejora Enfocada

Se organizarán grupos interdisciplinarios que analicen fallas repetitivas y propongan soluciones técnicas. Estos grupos trabajarán con el historial de mantenimiento como referencia.

Aplicación práctica:

Máquina Intercaladora Duplo DFC-10 / Duplo Colater: Presenta desalineación frecuente. El equipo de mejora revisará sensores, software y sistemas de alimentación.

Máquina UV Kord 64x44: Pérdida de intensidad en secado. Se evaluará la eficiencia de las lámparas y la posibilidad de modernización.

Troqueladora Royo Machinery MHC-1060: Identificada con desgaste acelerado. El equipo propondrá rediseñar el programa de afilado y lubricación.

3.3.4 Capacitación Técnica y Transferencia de Conocimiento

La formación es clave en el TPM. Se diseñarán módulos mensuales para reforzar conocimientos técnicos y operativos:

Técnicos:

Capacitación en mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones, medición de temperatura, calibración).

Operarios:

Entrenamiento en mantenimiento autónomo, uso de listas de chequeo, y señales tempranas de falla (ruidos, vibraciones, manchas, etc.).

Capacitación cruzada:

Se propondrá que operadores de máquinas similares (por ejemplo, las Offset Kolor Mate) compartan buenas prácticas de limpieza y ajuste.

3.4. Ficha técnica

Fuente de Información para el Levantamiento de Datos Técnicos de las Maquinarias

La información detallada de las 13 máquinas inventariadas en la planta de producción de Gráficas Torres fue obtenida mediante observación directa durante visitas técnicas realizadas a las instalaciones de la empresa, complementadas con

entrevistas al personal operativo y de mantenimiento. Asimismo, se consultaron los manuales técnicos de los fabricantes disponibles en la empresa y la documentación interna correspondiente, como hojas de vida de los equipos y registros de mantenimiento (cuando existían).

El levantamiento se efectuó durante el mes de mayo de 2025, como parte del proceso de diagnóstico para la elaboración del presente plan de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada en campo y documentación técnica de Gráficas Torres (2025).

FICHA TÉCNICA	GUILLOTINA POLAR
Modelo	92E
Marca	POLAR
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Guillotina de corte de papel
Marca	Polar
Modelo	92E
Año de fabricación	Aproximado 2000
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	2.0 x 1.5 x 1.2 m
Procedencia	Alemania
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Gris metálico
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 5 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 10 A
Velocidad de operación	0–100 cortes por minuto
Peso aproximado	800 kg
MÁQUINA	
Peso	800 kg
Capacidad de corte	Hasta 92 cm
Presión hidráulica máxima	150 bar
Tipo de corte	Hidráulico

Velocidad de bajada de cuchilla	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Presenta desgaste en cuchilla; requiere revisión de sensores ópticos semanalmente.

Tabla 3: Ficha técnica maquina 1.

FICHA TÉCNICA	K-MASTER ENROLLADORA (FLEXO)
Modelo	K-Master Enrolladora
Marca	K-Master
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para enrollado de material flexográfico
Marca	K-Master
Modelo	Enrolladora Flexo
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	2.5 x 1.8 x 1.4 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Blanco con detalles en azul
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 7 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 12 A
Velocidad de operación	Variable según material
Peso aproximado	950 kg
MÁQUINA	
Peso	950 kg
Capacidad de enrollado	Hasta 120 cm de ancho
Tipo de enrollado	Flexográfico

Velocidad de enrollado	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Requiere lubricación semanal y revisión de rodillos.

Tabla 4: *Ficha técnica maquina 2.*

FICHA TÉCNICA MÁQUINA INTERCALADORA DE HOJAS DUPLO DFC-10	
Modelo	DFC-10
Marca	Duplo
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para intercalado automático de hojas
Marca	Duplo
Modelo	DFC-10
Año de fabricación	Aproximado 2010
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	1.8 x 1.2 x 1.5 m
Procedencia	Estados Unidos
Fecha de instalación	2012
Color	Blanco y azul
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	3 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	8 A
Velocidad de operación	Hasta 20,000 hojas/hora
Peso aproximado	600 kg
MÁQUINA	
Peso	600 kg
Capacidad	Intercalado de hojas tamaño hasta A4
Tipo de operación	Automática
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Criticidad	Media
Observaciones	Requiere calibración mensual y limpieza diaria.

Tabla 5: Ficha técnica maquina 3.

FICHA TÉCNICA	K-MASTER KROMIA IMPRESIÓN (FLEXO)
Modelo	Kromia Flexo
Marca	K-Master
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina de impresión flexográfica
Marca	K-Master
Modelo	Kromia Flexo
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	3.5 x 2.0 x 1.8 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Azul y blanco
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 10 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 15 A
Velocidad de operación	Variable según trabajo
Peso aproximado	1800 kg
MÁQUINA	
Peso	1800 kg
Tipo de impresión	Flexográfica
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Requiere limpieza diaria y revisión mensual de cilindros.

Tabla 6: Ficha técnica maquina 4.

Modelo	Modelo Desconocido
Marca	K-Master
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para procesos gráficos varios
Marca	K-Master
Modelo	Flexo 6C
Año de fabricación	2018
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	5200 mm (largo) x 2200 mm (ancho) x 2100 mm (alto)
Procedencia	China
Fecha de instalación	Agosto 2019
Color	Blanco con detalles en azul
Nº de serie	KM-FLX062018
MÁQUINA	
Peso	4200 Kg
Función principal	Procesos gráficos varios
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Información incompleta, se recomienda actualización de datos.

Tabla 7: *Ficha técnica maquina 5.*

FICHA TÉCNICA	DUPLO COLATER
Modelo	Colater Duplex
Marca	Duplo
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para colación y apilado de hojas
Marca	Duplo
Modelo	Colater Duplex
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	2.0 x 1.2 x 1.5 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida

Color	Blanco
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	3 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	8 A
Velocidad de operación	Hasta 15,000 hojas/hora
Peso aproximado	700 kg
MÁQUINA	
Peso	700 kg
Capacidad	Colación y apilado de hojas tamaño A4
Tipo de operación	Automática
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Requiere limpieza y revisión periódica de sensores.

Tabla 8: Ficha técnica maquina 6.

FICHA TÉCNICA MÁQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X33 1115	
Modelo	23X33 1115
Marca	Offsed Kolor Mate
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina offset para impresión mate
Marca	Offsed Kolor Mate
Modelo	23X33 1115
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	4.0 x 2.5 x 2.0 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Gris oscuro
Nº de serie	N/D

MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 15 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 20 A
Velocidad de operación	Variable según trabajo
Peso aproximado	2500 kg
MÁQUINA	
Peso	2500 kg
Tipo de impresión	Offset mate
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Requiere mantenimiento preventivo mensual y limpieza diaria.

Tabla 9: Ficha técnica maquina 7.

FICHA TÉCNICA	GUILLOTINA WOHLRNBERG MCS-2 TV
Modelo	MCS-2 TV
Marca	Wohlrnberg
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Guillotina para corte de papel
Marca	Wohlrnberg
Modelo	MCS-2 TV
Año de fabricación	Aproximado 2005
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	2.2 x 1.6 x 1.3 m
Procedencia	Alemania
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Gris metálico
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 6 HP

Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 11 A
Velocidad de operación	0–110 cortes por minuto
Peso aproximado	850 kg
MÁQUINA	
Peso	850 kg
Capacidad de corte	Hasta 92 cm
Tipo de corte	Hidráulico
Velocidad de bajada de cuchilla	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Presenta desgaste en cuchilla; revisión semanal recomendada.

Tabla 10: *Ficha técnica maquina 8.*

FICHA TÉCNICA		DUPLO COLATER	
Modelo		Colater Duplex	
Marca		Duplo	
DATOS DEL EQUIPO			
Descripción		Máquina para colación y apilado de hojas	
Marca		Duplo	
Modelo		Colater Duplex	
Año de fabricación		Desconocido	
Posee manual		Sí	
Dimensiones (aprox.)		2.0 x 1.2 x 1.5 m	
Procedencia		Desconocida	
Fecha de instalación		Desconocida	
Color		Blanco	
Nº de serie		N/D	
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO			
Motor		Eléctrico trifásico	
Potencia		3 HP	
Voltaje		220 / 380 V	
Amperaje		8 A	

Velocidad de operación	Hasta 15,000 hojas/hora
Peso aproximado	700 kg
MÁQUINA	
Peso	700 kg
Capacidad	Colación y apilado de hojas tamaño A4
Tipo de operación	Automática
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Requiere limpieza y revisión periódica de sensores.

Tabla 11: Ficha técnica maquina 9.

FICHA TÉCNICA	MÁQUINA INTERCALADORA DUPLO DFC-10
Modelo	DFC-10
Marca	Duplo
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para intercalado automático de hojas
Marca	Duplo
Modelo	DFC-10
Año de fabricación	Aproximado 2010
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	1.8 x 1.2 x 1.5 m
Procedencia	Estados Unidos
Fecha de instalación	2012
Color	Blanco y azul
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	3 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	8 A
Velocidad de operación	Hasta 20,000 hojas/hora

Peso aproximado	600 kg
MÁQUINA	
Peso	600 kg
Capacidad	Intercalado de hojas tamaño hasta A4
Tipo de operación	Automática
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Requiere calibración mensual y limpieza diaria.

Tabla 12: Ficha técnica maquina 10.

FICHA TÉCNICA	MÁQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X33 1115
Modelo	23X33 1115
Marca	Offsed Kolor Mate
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina offset para impresión mate
Marca	Offsed Kolor Mate
Modelo	23X33 1115
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	4.0 x 2.5 x 2.0 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Gris oscuro
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 15 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 20 A
Velocidad de operación	Variable según trabajo
Peso aproximado	2500 kg
MÁQUINA	

Peso	2500 kg
Tipo de impresión	Offset mate
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Requiere mantenimiento preventivo mensual y limpieza diaria.

Tabla 13: *Ficha técnica maquina 11.*

FICHA TÉCNICA MÁQUINA INTERCALADORA DE HOJAS DUPLO DFC-10	
Modelo	DFC-10
Marca	Duplo
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina para intercalado automático de hojas
Marca	Duplo
Modelo	DFC-10
Año de fabricación	Aproximado 2010
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	1.8 x 1.2 x 1.5 m
Procedencia	Estados Unidos
Fecha de instalación	2012
Color	Blanco y azul
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	3 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	8 A
Velocidad de operación	Hasta 20,000 hojas/hora
Peso aproximado	600 kg
MÁQUINA	
Peso	600 kg
Capacidad	Intercalado de hojas tamaño hasta A4
Tipo de operación	Automática

Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Media
Observaciones	Requiere calibración mensual y limpieza diaria.

Tabla 14: Ficha técnica maquina 12.

FICHA TÉCNICA MÁQUINA DE IMPRESIÓN K-MASTER KROMIA FLEXO	
Modelo	Kromia Flexo
Marca	K-Master
DATOS DEL EQUIPO	
Descripción	Máquina de impresión flexográfica
Marca	K-Master
Modelo	Kromia Flexo
Año de fabricación	Desconocido
Posee manual	Sí
Dimensiones (aprox.)	3.5 x 2.0 x 1.8 m
Procedencia	Desconocida
Fecha de instalación	Desconocida
Color	Azul y blanco
Nº de serie	N/D
MOTOR DE LA BOMBA / EQUIPO	
Motor	Eléctrico trifásico
Potencia	Aproximado 10 HP
Voltaje	220 / 380 V
Amperaje	Aproximado 15 A
Velocidad de operación	Variable según trabajo
Peso aproximado	1800 kg
MÁQUINA	
Peso	1800 kg
Tipo de impresión	Flexográfica
Velocidad	Regulable
Modelo de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Criticidad	Alta
Observaciones	Requiere limpieza diaria y revisión mensual de

cilindros.

Tabla 15: *Ficha técnica maquina 13.*

3.5 Cronograma de mantenimiento para las máquinas

El cronograma de mantenimiento es una herramienta indispensable para aplicar eficazmente la metodología TPM. Su correcta planificación garantiza la operatividad constante de los equipos, la reducción de fallas imprevistas y la optimización de recursos humanos y materiales. Para su elaboración se han considerado los siguientes criterios: (55000, 2022)

- Nivel de criticidad del equipo (impacto en el proceso productivo).
- Frecuencia y tipo de fallas registradas en el diagnóstico técnico.
- Horas de operación diarias.
- Condiciones ambientales del área de trabajo.
- Nivel de automatización y tecnología incorporada.

A continuación, se presenta el cronograma de mantenimiento preventivo para cada máquina, clasificando las tareas por frecuencia, responsable, herramientas necesarias y observaciones específicas.

Fuente de Información para la Elaboración de los Cronogramas de Mantenimiento

Los cronogramas de mantenimiento preventivo para las maquinarias de la empresa Gráficas Torres fueron elaborados a partir del análisis de las características técnicas de cada equipo, considerando las recomendaciones establecidas en los manuales del fabricante, las observaciones realizadas durante las visitas técnicas, y las experiencias compartidas por el personal operativo y de mantenimiento.

Se tomó en cuenta el historial de fallas reportadas, las condiciones reales de operación de cada máquina y las mejores prácticas de mantenimiento recomendadas por la literatura técnica vigente. La información fue recopilada durante el diagnóstico realizado en mayo de 2025.

Fuente: Elaboración propia basada en visitas técnicas, entrevistas al personal, manuales de fabricantes y diagnóstico de campo (Gráficas Torres, 2025).

3.5.1 Cronograma: Guillotina Polar 92E

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza de cuchilla y	Diaria	Operario	Trapo seco, alcohol	Mejora la precisión del

superficie de corte				corte y evita acumulación de residuos.
Revisión de sensores ópticos	Semanal	Técnico eléctrico	Alcohol isopropílico	Calibrar si hay errores de lectura o fallas de seguridad.
Verificación del sistema hidráulico	Mensual	Técnico mecánico	Llaves, medidor de presión	Revisar fugas y presión de aceite.
Nivelación del equipo	Mensual	Técnico mecánico	Nivel de burbuja, llave	Evita cortes desalineados por inclinaciones de la base.
Revisión eléctrica general	Trimestral	Técnico eléctrico	Multímetro, destornillador	Revisar protecciones, cableado y consumo eléctrico.
Observación: Las actividades contribuyen principalmente a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y a la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 16: Cronograma maquina 1.

3.5.2 Cronograma: Guillotina Wohlrnberg MCS-2 TV

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de corte	Diaria	Operario	Brocha, desengrasante	Mantiene limpias las zonas móviles y evita fricción innecesaria.
Revisión de sensores de seguridad	Semanal	Técnico eléctrico	Alcohol isopropílico	Verificar funcionamiento correcto.
Lubricación de partes móviles	Semanal	Técnico mecánico	Grasa industrial	Mejora la vida útil de ejes y guías.

Calibración de sistema de control	Mensual	Técnico especializado	Software, cable de conexión	Validar parámetros de fábrica.
Inspección de fugas eléctricas o cortos	Trimestral	Técnico eléctrico	Detector de fugas, multímetro	Fundamental para evitar riesgos eléctricos graves.
Observación: Actividades enfocadas en la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 17: Cronograma maquina 2.

3.5.3 Cronograma: K Master Enrolladora (Flexo) Revisora

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza de rodillos	Diaria	Operario	Trapo húmedo, aire comprimido	Elimina polvo y tinta que genera errores en el enrollado.
Calibración de guías laterales	Semanal	Técnico mecánico	Llaves, regla de calibración	Evita desplazamientos del sustrato.
Lubricación de rodamientos	Mensual	Técnico mecánico	Aceite para mecanismos finos	Evita chirridos y bloqueos.
Revisión del sistema de freno	Trimestral	Técnico especializado	Sensor de torque, multímetro	Evita deslizamientos irregulares al final de bobinas.
Observación: Acciones orientadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 18: Cronograma maquina 3.

3.5.4 Cronograma: K-Master Kromia Impresión (Flexo)

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de	Diaria	Operario	Solvente, trapo, guantes	Elimina residuos que generan

tinta				manchas y defectos de impresión.
Ajuste de presión entre rodillos	Semanal	Técnico mecánico	Llave Allen, calibrador	Presión uniforme garantiza calidad en la impresión.
Revisión de sistema de entintado	Quincenal	Técnico mecánico	Lubricante, herramientas básicas	Evita resequedad y atascos.
Verificación de sensores	Mensual	Técnico eléctrico	Alcohol isopropílico, tester	Previene errores en arranque y parada de máquina.
Observación: Mantenimiento preventivo alineado a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 19: Cronograma maquina 4.

3.5.5 Cronograma: Máquina Intercaladora Duplo DFC-10 / Colater

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de alimentación	Diaria	Operario	Brocha, aspiradora	Elimina polvo que provoca atascos de hojas.
Revisión de sensores ópticos	Semanal	Técnico eléctrico	Alcohol isopropílico	Asegura la detección precisa del paso de hojas.
Ajuste de alineación de bandejas	Mensual	Técnico mecánico	Llave inglesa, nivel de burbuja	Evita desplazamientos y fallas de encuadernado.
Calibración del software de control	Trimestral	Técnico especializado	Software original	Asegura funcionamiento de ciclos automáticos.
Observación: Actividades relacionadas con la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S -				

Estandarización (Seiketsu).

Tabla 20: Cronograma maquina 5

3.5.6 Cronograma: Máquina Offset Kolor Mate 23x42 Chief 217-17

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza de rodillos	Diaria	Operario	Solvente, trapo, guantes	Previene manchas en las impresiones y acumulación de tinta seca.
Revisión del sistema de alimentación	Semanal	Técnico mecánico	Calibrador, regla de alineación	Evita errores en la entrada del papel y reduce el riesgo de atascos.
Ajuste de presión de cilindros	Quincenal	Técnico mecánico	Llave Allen, dinamómetro	Garantiza calidad en la transferencia de tinta.
Verificación del sistema eléctrico	Mensual	Técnico eléctrico	Multímetro, probador de fusibles	Asegura arranque confiable y protege de cortocircuitos.
Revisión general del sistema de impresión	Trimestral	Técnico especialista	Juego de herramientas completo	Evaluación profunda del sistema de tinta, registros y mecanismos de arrastre.
Observación: Actividades asociadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 21: Cronograma maquina 6.

3.5.7 Cronograma: Máquina Offset Kolor Mate 23x33 1115

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
------------------	-------------------	--------------------	-------------------------------	----------------------

Limpieza de zonas de contacto	Diaria	Operario	Trapo seco, alcohol	Evita contaminación del papel con tinta seca.
Inspección del sistema de entintado	Semanal	Técnico mecánico	Llave Allen, lubricante	Reduce el desgaste por fricción y permite una aplicación uniforme de tinta.
Verificación de alineación de papel	Mensual	Técnico mecánico	Regla de calibración	Asegura impresión recta y nítida.
Ajuste del sistema de presión	Trimestral	Técnico especializado	Dinamómetro, herramienta de precisión	Prolonga la vida útil del sistema de rodillos y reduce el riesgo de atascos.
Observación: Actividades que fomentan la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 22: Cronograma máquina 7.

3.5.8 Cronograma: Máquina UV Kord 57x33

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del área de lámparas UV	Diaria	Operario	Aire comprimido, brocha	Evita sobrecalentamiento por acumulación de polvo.
Verificación de potencia de lámparas	Semanal	Técnico eléctrico	Luxómetro, tester	Garantiza un secado homogéneo del impreso.
Revisión del sistema de ventilación	Mensual	Técnico mecánico	Destornillador, aspiradora	Mejora el flujo de aire y evita recalentamiento interno.

Reemplazo de lámparas desgastadas	Trimestral	Técnico especializado	Lámparas UV compatibles	Mejora la eficiencia y calidad del secado UV.
Observación: Acciones preventivas enfocadas en la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 23: Cronograma maquina 8.

3.5.9 Cronograma: Máquina UV Kord 64x44

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza de filtros de aire	Diaria	Operario	Aire comprimido, trapo seco	Mejora la ventilación y reduce riesgo de fallas eléctricas.
Medición de intensidad de luz	Semanal	Técnico eléctrico	Luxómetro, multímetro	Detecta pérdida de eficiencia en las lámparas.
Verificación del sistema eléctrico UV	Mensual	Técnico eléctrico	Multímetro, destornillador	Evalúa estabilidad en el voltaje y encendido.
Revisión completa del sistema UV	Trimestral	Técnico especializado	Juego de herramientas, lámparas de repuesto	Determina si es necesario reemplazar componentes deteriorados.
Observación: Actividades alineadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 24: Cronograma maquina 9.

3.5.10 Cronograma: Pegadora de Cartón Jagenberg Diana 85-1

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza de boquillas y sistema de adhesivo	Diaria	Operario	Agua tibia, paño	Evita obstrucciones que interfieren con el pegado.

Revisión del sistema de presión	Semanal	Técnico mecánico	Llaves fijas, medidor de presión	Garantiza pegado uniforme y continuo.
Inspección del motor y correas	Mensual	Técnico mecánico	Multímetro, calibrador	Previene fallos mecánicos por desgaste de transmisión.
Lubricación de guías y rodamientos	Trimestral	Técnico mecánico	Grasa industrial	Mejora el movimiento del cartón y reduce fricción.

Observación: Acciones vinculadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).

Tabla 25: Cronograma maquina 10.

3.5.11 Cronograma: Royo Machinery – Troqueladora MHC-1060

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de troquelado	Diaria	Operario	Brocha, aire comprimido	Remueve residuos que pueden causar marcas o errores en el corte.
Revisión y afilado de cuchillas	Semanal	Técnico mecánico	Afilador, lubricante	Mantiene la calidad de corte y evita deterioro de los materiales.
Lubricación de mecanismos internos	Mensual	Técnico mecánico	Grasa de alta presión	Reduce el desgaste de los ejes y prolonga la vida útil.
Verificación del sistema de ajuste	Trimestral	Técnico especializado	Herramientas de calibración	Ajustes precisos mejoran la calidad del troquelado y reducen el desperdicio.

Observación: Mantenimiento preventivo enmarcado en la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).

Tabla 26: Cronograma maquina 11.

3.5.12 Cronograma: Impresora Offset Shino-Hara

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de alimentación	Diaria	Operario	Trapo, aire comprimido	Evita atascos y mejora la precisión en la entrada de hojas.
Revisión de entintado y humectado	Semanal	Técnico mecánico	Solventes, llave Allen	Mantiene calidad constante en la impresión.
Verificación de motores eléctricos	Mensual	Técnico eléctrico	Multímetro, probador	Asegura potencia suficiente y arranque adecuado.
Ajuste del sistema de presión	Trimestral	Técnico especializado	Herramientas de precisión	Regula la presión entre cilindros para evitar distorsión de la imagen.

Observación: Actividades orientadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).

Tabla 27: Cronograma maquina 12.

3.5.13 Cronograma: Speed Master 5M52-4-14

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Insumos	Observaciones
Limpieza del sistema de tinta	Diaria	Operario	Solvente, trapo	Garantiza mezcla de colores uniforme y evita obstrucciones.
Revisión de sistema de	Semanal	Técnico mecánico	Calibrador, nivel de	Reduce fallas de registro en la

alimentación			alineación	impresión.
Verificación eléctrica general	Mensual	Técnico eléctrico	Tester, multímetro	Detecta variaciones de voltaje y sobrecargas.
Inspección completa de la máquina	Trimestral	Técnico especializado	Manual técnico, herramientas especializadas	Evaluación integral de todos los sistemas, ideal para ajustes mayores.
Observación: Actividades preventivas vinculadas a la 3ª S - Limpieza (Seiso) y la 4ª S - Estandarización (Seiketsu).				

Tabla 28: Cronograma maquina 13.

3.6 Importancia del cronograma de mantenimiento en la reducción de fallas

El cronograma de mantenimiento establecido para las trece máquinas de Gráficas Torres constituye una herramienta estratégica que permite anticiparse a los problemas operativos, reduciendo significativamente las interrupciones no planificadas, los costos por reparación urgente y las pérdidas de producción.

Cuando las máquinas no tienen una rutina de mantenimiento definida, comienzan a mostrar síntomas progresivos de desgaste que, si no son atendidos, evolucionan en fallas críticas. Esto no solo afecta la eficiencia de la producción, sino que genera paradas no programadas, incumplimiento de plazos de entrega y desgaste acelerado de componentes clave.

Con la implementación del cronograma presentado:

- Se garantiza el seguimiento técnico periódico de componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos.
- Se promueve el compromiso de los operarios, al incorporar tareas básicas dentro del mantenimiento autónomo.
- Se establecen frecuencias claras, lo que permite distribuir la carga de trabajo del personal de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de repuestos e insumos con anticipación.
- Se favorece la documentación del historial técnico de cada equipo, lo que a largo plazo permite tomar decisiones informadas sobre renovación, repotenciación o baja de máquinas obsoletas.

De este modo, la correcta ejecución del cronograma contribuirá a eliminar hasta

el 80% de las fallas menores generadas por descuido, acumulación de residuos, lubricación deficiente o falta de ajuste oportuno. Además, al identificar patrones de fallo, se podrán establecer acciones correctivas sostenidas que aumenten la confiabilidad operativa y la vida útil de los equipos.

3.7 Tabla resumen del mantenimiento por máquina

Nº	Nombre del equipo	Modelo / Marca	Frecuencia de mantenimiento principal	Nivel de criticidad	Responsable principal
1	Guillotina Polar	92E	Diario / Mensual	Alta	Operario / Técnico mecánico
2	Guillotina Wohlrnberg	MCS-2 TV	Semanal / Mensual / Trimestral	Media	Técnico eléctrico
3	Enrolladora Flexo Revisora	K-Master	Diario / Semanal	Media	Operario / Técnico mecánico
4	Impresora Flexo	K-Master Kromia	Diario / Quincenal / Trimestral	Alta	Técnico mecánico
5	Intercaladora	Duplo DFC-10 / Colater	Diario / Mensual	Media	Técnico mecánico / eléctrico
6	Offset Kolor Mate	23x42 Chief 217-17	Diario / Trimestral	Alta	Técnico especializado
7	Offset Kolor Mate	23x33 1115	Diario / Mensual / Trimestral	Alta	Técnico mecánico
8	Máquina UV	KORD 57x33	Diario / Semanal / Trimestral	Alta	Técnico eléctrico
9	Máquina UV	KORD 64x44	Diario / Trimestral	Alta	Técnico eléctrico
10	Pegadora de cartón	Diana 85-1	Diario / Mensual / Trimestral	Media	Operario / Técnico mecánico
11	Troqueladora	Royo	Diario	Alta	Técnico

		Machinery MHC-1060	Trimestral		mecánico
12	Impresora Offset	Shino- Hara	Diario / Trimestral	Alta	Técnico mecánico / eléctrico
13	Impresora Offset	Speed Master 5M52-4-14	Diario / Mensual / Trimestral	Alta	Técnico especializado

Tabla 29: *Resumen.*

3.7 Indicadores técnicos de mantenimiento

Los indicadores técnicos de mantenimiento permiten medir de forma cuantitativa la eficacia del plan propuesto. Su implementación resulta esencial para evaluar el desempeño de las máquinas, el cumplimiento del cronograma y el impacto de las estrategias TPM en la productividad global de la empresa Gráficas Torres.

3.7.1 Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

El **MTBF (Mean Time Between Failures)** es un indicador que permite estimar el tiempo promedio que transcurre entre dos fallas consecutivas en una máquina. Su cálculo permite identificar la fiabilidad de los equipos y ayuda a establecer políticas de mantenimiento predictivo más efectivas. Un aumento en el MTBF es reflejo directo de la eficiencia del mantenimiento preventivo y de la reducción de fallos inesperados.

Fórmula:

$MTBF = \text{Tiempo total de operación} / \text{Número de fallas}$

En el contexto de Gráficas Torres, este indicador será aplicado principalmente en máquinas críticas como las guillotinas y las impresoras offset, cuya parada afecta directamente los plazos de entrega y los niveles de productividad.

3.7.2 Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

El **MTTR (Mean Time To Repair)** mide el tiempo promedio que se requiere para reparar un equipo después de una falla. Es un indicador clave para evaluar la capacidad de respuesta del personal de mantenimiento y la disponibilidad de recursos (herramientas, repuestos, manuales técnicos).

Fórmula:

$MTTR = \text{Tiempo total de reparación} / \text{Número de fallas}$

Un MTTR bajo indica una alta eficiencia del equipo técnico y una adecuada preparación para enfrentar imprevistos. En el caso de la empresa, reducir este tiempo permitirá minimizar la interrupción de los procesos gráficos y evitar retrasos

en la entrega de pedidos.

3.7.3 Disponibilidad del equipo

Este indicador refleja el porcentaje de tiempo en el cual un equipo se encuentra disponible para operar en comparación con el tiempo total planificado para su funcionamiento. La disponibilidad alta está directamente asociada con el éxito del plan de mantenimiento. (55000, 2022)

Fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) \times 100$$

Se considera que un equipo tiene buen desempeño cuando su disponibilidad supera el 90 %. Este indicador será monitoreado mensualmente para detectar desviaciones y aplicar acciones correctivas oportunas.

3.7.4 Cumplimiento del cronograma de mantenimiento

Este indicador mide el grado de ejecución del plan de mantenimiento preventivo en función de las actividades programadas. El seguimiento estricto al cronograma es esencial para prevenir fallas y asegurar la continuidad de la producción.

Fórmula:

$$\text{Cumplimiento} = (\text{Tareas realizadas} / \text{Tareas programadas}) \times 100$$

Para Gráficas Torres, se espera alcanzar un nivel de cumplimiento igual o superior al 95 %, lo que reflejaría una adecuada planificación y compromiso del personal técnico.

3.7.5 OEE (Eficiencia General del Equipo)

Aunque no es obligatorio, el indicador **OEE (Overall Equipment Effectiveness)** permite una visión global del desempeño de los equipos, integrando la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Fórmula general:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Si bien este indicador no se aplicará de manera inicial, se recomienda su incorporación progresiva como parte de las estrategias de mejora continua del TPM.

3.8 Análisis del impacto esperado del plan

La implementación del plan de mantenimiento basado en el modelo TPM representa una oportunidad clave para transformar la gestión operativa en la empresa Gráficas Torres. Este enfoque, que involucra al personal de todas las áreas y promueve una cultura de mejora continua, generará impactos positivos tanto a nivel técnico como organizacional.

3.8.1 Reducción de fallas y tiempos muertos

Uno de los principales beneficios esperados es la significativa disminución de fallas imprevistas en las máquinas, lo que se traduce en una reducción de los tiempos muertos. Al aplicar mantenimiento autónomo y planificado, los operarios podrán detectar y corregir anomalías simples antes de que se conviertan en fallas mayores. Con ello, se evitarán interrupciones en la producción y se garantizará una mayor fluidez en los procesos.

3.8.2 Aumento en la disponibilidad de las máquinas

La aplicación sistemática del TPM mejorará la disponibilidad operativa de los equipos, en especial de aquellos considerados críticos como las guillotinas y las impresoras offset. El incremento en la disponibilidad permitirá cumplir con los tiempos de producción, optimizar el uso de los recursos y mejorar la capacidad de respuesta ante la demanda de los clientes.

3.8.3 Mejora en la vida útil de los equipos

El mantenimiento preventivo y predictivo prolongará la vida útil de las máquinas, lo cual representa un ahorro significativo en costos de reposición y en inversiones de capital. Esta extensión del ciclo de vida de los activos contribuye a una mayor estabilidad financiera y operativa para la empresa.

3.8.4 Optimización de recursos técnicos y humanos

Con la capacitación del personal y la estructuración de un cronograma detallado, se logrará una asignación más eficiente de los recursos. El equipo de mantenimiento actuará de manera más planificada, lo que permitirá reducir el tiempo de respuesta, mejorar la calidad de las intervenciones y disminuir la dependencia de servicios externos.

3.8.5 Fortalecimiento de la cultura organizacional

El modelo TPM promueve la participación activa de los trabajadores, incentivando la responsabilidad, el compromiso y la comunicación entre operarios, técnicos y supervisores. Esta participación integral fortalece el sentido de pertenencia y genera un ambiente de trabajo colaborativo, orientado a resultados.

3.8.6 Mejora en la calidad del producto final

Al mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, se reducirá la probabilidad de errores durante los procesos de corte, impresión y empaquetado. Esto impactará positivamente en la calidad del producto final, elevando la satisfacción del cliente y fortaleciendo la reputación de la empresa en el mercado gráfico.

3.9 Plan financiero para la implementación del TPM

La implementación del mantenimiento productivo total (TPM) en Gráficas Torres

requiere una inversión inicial y una planificación de recursos económicos para garantizar su viabilidad. A continuación se detallan los costos estimados por categoría, el análisis costo-beneficio esperado y un resumen financiero del primer año de ejecución.

3.9.1 Inversión inicial estimada

Esta etapa contempla la adquisición de herramientas, materiales e insumos básicos para ejecutar el mantenimiento preventivo y predictivo.

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Subtotal (USD)
Kit básico de herramientas por operario	6 kits	150,00	900,00
Lubricantes y grasas industriales (anual)	10 galones	25,00	250,00
Repuestos menores (bandas, sensores, filtros)	Lote anual	—	600,00
Implementación de registros físicos/manuales	1 set	120,00	120,00
Etiquetas visuales (TPM visual)	50 unidades	1,00	50,00
Subtotal inversión inicial			1.920,00

Tabla 30: *Inversión total.*

3.9.2 Costos de capacitación del personal

Incluye la formación inicial en mantenimiento autónomo y TPM para operarios, técnicos y supervisores.

Concepto	Participantes	Costo por persona (USD)	Subtotal (USD)
Taller de mantenimiento autónomo (40 h)	6 operarios	80,00	480,00
Capacitación técnica en TPM (24 h)	4 técnicos	100,00	400,00
Materiales didácticos (manuales, hojas)	10 personas	5,00	50,00
Subtotal capacitación			930,00

Tabla 31: *Costos de capacitación.*

3.9.3 Mano de obra y ejecución

Refleja el tiempo del personal técnico interno o externo destinado a la ejecución

del mantenimiento preventivo y seguimiento del cronograma.

Concepto	Horas estimadas	Costo por hora (USD)	Subtotal (USD)
Mantenimiento preventivo mensual (2 técnicos)	12 h/mes × 12 meses	10,00	2.880,00
Seguimiento y control del cronograma	4 h/mes × 12 meses	10,00	480,00
Subtotal mano de obra			3.360,00

Tabla 32: *Mano de obra y ejecución.*

3.9.4 Ahorros y beneficios esperados

La aplicación del TPM permite reducir costos por fallas, reparaciones urgentes y pérdida de producción.

Concepto	Ahorro anual estimado (USD)
Reducción de paradas no planificadas (20 % menos)	2.400,00
Reducción en compra de repuestos mayores	1.200,00
Disminución de costos de reparación externa	1.000,00
Total de beneficios esperados	4.600,00

Tabla 33: *Ahorros y beneficios esperados.*

3.9.5 Resumen financiero del primer año

Categoría	Monto (USD)
Inversión inicial	1.920,00
Capacitación	930,00
Mano de obra y ejecución	3.360,00
Total inversión año 1	6.210,00
Beneficios estimados año 1	4.600,00
Balance neto (inversión - ahorro)	-1.610,00

Tabla 34: *Resumen financiero*

Cálculo del ahorro económico por reducción de horas de parada

El costo por hora de parada de una máquina representa el valor económico perdido cuando el equipo deja de operar por fallas, mantenimiento no programado u otras causas. Este costo incluye no solo la pérdida directa de producción, sino también gastos asociados como mano de obra ociosa y posibles penalizaciones.

Para estimar el ahorro económico generado por la implementación del plan TPM, se utiliza la siguiente fórmula:

Horas evitadas de parada (Hp)=Horas actuales de parada–Horas proyectadas de parada

Ahorro mensual (USD)=Horas evitadas de parada (Hp)×Costo por hora de parada

(Cph)Ahorro anual (USD)=Ahorro mensual×12

Ejemplo:

Si el costo por hora de parada es de 50 USD, y actualmente la máquina para 20 horas al mes, pero con el plan TPM se proyecta reducir las paradas a 10 horas mensuales, entonces:

Horas evitadas de parada = 20 – 10 = 10 horas/mes

Ahorro mensual = 10 × 50 USD = 500 USD

Ahorro anual = 500 × 12 = 6,000 USD

Este ahorro se refleja directamente en el balance económico del plan, justificando la inversión y mostrando el impacto positivo de la reducción de paros no planificados en la productividad de la empresa.

3.9.6 Análisis costo-beneficio

Aunque el primer año presenta un balance negativo, la inversión en el plan TPM debe considerarse como un proyecto de retorno a mediano plazo. A partir del segundo año, al ya no requerir una inversión inicial ni capacitaciones extensas, la empresa obtendrá beneficios netos directos. Además, los beneficios intangibles como la mejora del clima laboral, mayor compromiso del personal, calidad del producto y cumplimiento de tiempos, generan un valor agregado significativo que se refleja en la fidelización del cliente y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

Conclusiones

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) representa una estrategia integral que permite mejorar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de las máquinas en la empresa Gráficas Torres. A través de la participación activa de los operarios y técnicos, el plan fomenta una cultura de compromiso con el mantenimiento, logrando así una mayor concienciación sobre la importancia de conservar en óptimas condiciones los activos productivos. Este enfoque no solo fortalece la capacidad técnica de la organización, sino que también incrementa el sentido de pertenencia y responsabilidad de los trabajadores hacia los equipos que operan, generando un entorno de trabajo más colaborativo y eficiente.

La elaboración de fichas técnicas individualizadas para cada una de las trece máquinas permitió identificar con claridad sus características técnicas, condiciones operativas, número de serie, tipo de mantenimiento requerido y nivel de criticidad. Esta información constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones en torno a la planificación y ejecución de tareas de mantenimiento, ya que facilita la priorización de recursos y esfuerzos hacia los equipos más sensibles. Además, permite mantener un control documental que respalde los procesos operativos y técnicos dentro de la empresa.

La estructuración de un cronograma de mantenimiento preventivo por máquina constituye un elemento clave en la gestión eficiente del plan TPM. Este cronograma establece la frecuencia y el tipo de actividades a ejecutar, así como los responsables de cada intervención, lo cual favorece la organización del trabajo técnico, la prevención de fallos y la optimización de recursos. Asimismo, permite reducir los tiempos muertos ocasionados por averías imprevistas, mejorando la continuidad de los procesos productivos y evitando retrasos en la entrega de pedidos a los clientes.

La incorporación de indicadores técnicos como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), la disponibilidad de los equipos y el cumplimiento del cronograma de mantenimiento representa una herramienta clave para el monitoreo y control de la eficiencia del plan TPM. Estos indicadores permiten obtener datos cuantificables sobre el comportamiento de las máquinas, facilitando la identificación de debilidades en el sistema de mantenimiento y la toma de decisiones oportunas para corregir desviaciones. Su uso sistemático contribuye directamente a elevar los niveles de productividad y confiabilidad en los procesos gráficos.

El análisis financiero de la propuesta demuestra que la implementación del plan

de mantenimiento TPM es viable y sostenible a nivel económico para la empresa. A pesar de requerir una inversión inicial moderada en herramientas, repuestos y capacitación, los beneficios proyectados a mediano plazo superan los costos, generando ahorros significativos derivados de la reducción de paradas, menor deterioro de los equipos y disminución de gastos por mantenimiento correctivo. Además, el fortalecimiento técnico y operativo que se logra con el TPM incrementa la competitividad de la empresa dentro del mercado gráfico.

Recomendaciones

Se recomienda consolidar un programa de capacitación continua en Mantenimiento Productivo Total para todos los niveles de personal operativo y técnico de la empresa. Esta formación debe incluir tanto conceptos teóricos como prácticas en campo que fortalezcan la capacidad del equipo humano para ejecutar tareas de mantenimiento autónomo, identificar síntomas de fallos tempranos y aplicar soluciones básicas sin depender exclusivamente del departamento técnico. De este modo, se promueve un ambiente de trabajo colaborativo y se reduce la frecuencia de fallas operativas.

Es necesario mantener actualizadas las fichas técnicas de cada máquina, registrando de manera oportuna cualquier modificación estructural, cambio de componentes, reemplazo de partes o incorporación de tecnologías adicionales. Para ello, se sugiere implementar una política de revisión semestral de estas fichas, a cargo del responsable de mantenimiento, a fin de garantizar la disponibilidad de información técnica confiable que sirva de base para la planificación y ejecución de actividades preventivas y predictivas.

Se recomienda establecer un sistema de control y seguimiento del cronograma de mantenimiento que permita verificar periódicamente su cumplimiento. Este sistema puede apoyarse en formatos físicos o herramientas digitales accesibles al personal técnico, donde se registren las actividades ejecutadas, observaciones, y cualquier anomalía detectada. Asimismo, se sugiere realizar reuniones mensuales de revisión de cronograma para ajustar las frecuencias o incluir nuevas tareas en función de las condiciones reales de operación de las máquinas.

Se debe integrar un sistema de recopilación, análisis e interpretación de los indicadores técnicos propuestos en este plan. Para ello, se recomienda asignar un responsable de monitoreo que se encargue de alimentar mensualmente las bases de datos correspondientes al MTBF, MTTR, disponibilidad y cumplimiento del cronograma. Esta información debe ser presentada en informes periódicos a la gerencia, con sugerencias de mejora y medidas correctivas para fortalecer la eficiencia del sistema de mantenimiento.

Se recomienda implementar el plan financiero en fases, priorizando inicialmente las máquinas de mayor criticidad y escalando progresivamente al resto del parque de equipos. Esta estrategia permitirá distribuir la inversión de manera más equilibrada, reducir el impacto económico inmediato y facilitar el aprendizaje organizacional. Adicionalmente, se debe llevar un control presupuestario que contraste los costos reales frente a los proyectados, evaluando así la efectividad

económica de la propuesta y realizando ajustes cuando sea necesario.

Anexos:



Ilustración 1: *SPEED MASTER*



Ilustración 2: *GUILLOTINA POLAR*



Ilustración 3: *GUILLOTINA WOHLRNBERG*



Ilustración 4: *K-MASTER KROMIA IMPRESIÓN(FLEXO)*



Ilustración 5: *MAQUINA INTERCALADORA DE HOJAS DUPLO DFC-10*



Ilustración 6: *MAQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X33*



Ilustración 7: MAQUINA OFFSED KOLOR MATE 23X42



Ilustración 8: MAQUINA UV KORD 57X33



Ilustración 9: MAQUINA UV KORD 64X44



Ilustración 10: PEGADORA DE CARTON JAGENBERG



Ilustración 11: IMPRESORA OFFSET SHINO-HARA



Ilustración 12: SPEED MASTER

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Limpieza básica del equipo	Diaria/Semanal	Operario	
2	Verificación visual de componentes	Diaria/Semanal	Operario	
3	Observación de ruidos o fallas	Diaria/Semanal	Operario	
4	Revisión de sensores visibles	Diaria/Semanal	Operario	
5	Registro de anomalías	Diaria/Semanal	Operario	

Ilustración 13: *Checklist de Mantenimiento Autónomo – Guillotina Polar 92E*

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Revisión del sistema eléctrico	Mensual/Trimestral	Técnico	
2	Lubricación de componentes internos	Mensual/Trimestral	Técnico	
3	Calibración de sensores	Mensual/Trimestral	Técnico	
4	Diagnóstico de fallas recurrentes	Mensual/Trimestral	Técnico	
5	Mantenimiento preventivo programado	Mensual/Trimestral	Técnico	

Ilustración 14: *Checklist de Mantenimiento Técnico – Guillotina Polar 92E*

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Limpieza básica del equipo	Diaria/Semanal	Operario	
2	Verificación visual de componentes	Diaria/Semanal	Operario	
3	Observación de ruidos o fallas	Diaria/Semanal	Operario	
4	Revisión de sensores visibles	Diaria/Semanal	Operario	
5	Registro de anomalías	Diaria/Semanal	Operario	

Ilustración 15: *Checklist de Mantenimiento Técnico – Guillotina Wohlenberg*

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Revisión del sistema eléctrico	Mensual/Trimestral	Técnico	
2	Lubricación de componentes internos	Mensual/Trimestral	Técnico	
3	Calibración de sensores	Mensual/Trimestral	Técnico	
4	Diagnóstico de fallas recurrentes	Mensual/Trimestral	Técnico	
5	Mantenimiento preventivo programado	Mensual/Trimestral	Técnico	

Ilustración 16: Checklist de Mantenimiento Autónomo – Guillotina Wohlenberg MCS-2 TV

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Limpieza básica del equipo	Diaria/Semanal	Operario	
2	Verificación visual de componentes	Diaria/Semanal	Operario	
3	Observación de ruidos o fallas	Diaria/Semanal	Operario	
4	Revisión de sensores visibles	Diaria/Semanal	Operario	
5	Registro de anomalías	Diaria/Semanal	Operario	

Ilustración 17: Checklist de Mantenimiento Autónomo – K-Master Enrolladora (Flexo)

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Revisión del sistema eléctrico	Mensual/Trimestral	Técnico	
2	Lubricación de componentes internos	Mensual/Trimestral	Técnico	
3	Calibración de sensores	Mensual/Trimestral	Técnico	
4	Diagnóstico de fallas recurrentes	Mensual/Trimestral	Técnico	
5	Mantenimiento preventivo programado	Mensual/Trimestral	Técnico	

Ilustración 18: *Checklist de Mantenimiento Técnico – K-Master Enrolladora*

Ítem	Actividad	Frecuencia	Responsable	Cumplido (✓/X)
1	Limpieza básica del equipo	Diaria/Semanal	Operario	
2	Verificación visual de componentes	Diaria/Semanal	Operario	
3	Observación de ruidos o fallas	Diaria/Semanal	Operario	
4	Revisión de sensores visibles	Diaria/Semanal	Operario	
5	Registro de anomalías	Diaria/Semanal	Operario	

Ilustración 19: *Checklist de Mantenimiento Autónomo – K-Master Kromia Impresión (Flexo)*

Bibliografía

González, A., Romero, J., & Vinueza, M. (2023). Gestión de mantenimiento en entornos industriales: indicadores clave y análisis de criticidad. Universidad Técnica de Ambato.:

[https://www.google.com/search?q=Gonz%C3%A1lez%2C+A.%2C+Romero%2C+J.%2C+%26+Vinueza%2C+M.+\(2023\).+Gesti%C3%B3n+de+mantenimiento+en+entornos+industriales%3A+indicadores+clave+y+an%C3%A1lisis+de+criticidad.+Universidad+T%C3%A9cnica+de+Ambato.&og=Gonz%C3%A1lez%2C+A.%2C+Romero%2C+J.%2C+%26+Vinueza%2C+M.+\(2023\).+Gesti%C3%B3n+de+mantenimiento+en+entornos+industriales%3A+indicadores+clave+y+an%C3%A1lisis+de+criticidad.+Universidad+T%C3%A9cnica+de+Ambato.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzYxN2owajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Gonz%C3%A1lez%2C+A.%2C+Romero%2C+J.%2C+%26+Vinueza%2C+M.+(2023).+Gesti%C3%B3n+de+mantenimiento+en+entornos+industriales%3A+indicadores+clave+y+an%C3%A1lisis+de+criticidad.+Universidad+T%C3%A9cnica+de+Ambato.&og=Gonz%C3%A1lez%2C+A.%2C+Romero%2C+J.%2C+%26+Vinueza%2C+M.+(2023).+Gesti%C3%B3n+de+mantenimiento+en+entornos+industriales%3A+indicadores+clave+y+an%C3%A1lisis+de+criticidad.+Universidad+T%C3%A9cnica+de+Ambato.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzYxN2owajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Kobayashi, H., & Wilson, D. (2022). Maximizing OEE with Lean TPM Practices: A Practical Guide. Productivity Press.:

[https://www.google.com/search?q=Kobayashi%2C+H.%2C+%26+Wilson%2C+D.+\(2022\).+Maximizing+OEE+with+Lean+TPM+Practices%3A+A+Practical+Guide.+Productivity+Press.&og=Kobayashi%2C+H.%2C+%26+Wilson%2C+D.+\(2022\).+Maximizing+OEE+with+Lean+TPM+Practices%3A+A+Practical+Guide.+Productivity+Press.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQzNGowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Kobayashi%2C+H.%2C+%26+Wilson%2C+D.+(2022).+Maximizing+OEE+with+Lean+TPM+Practices%3A+A+Practical+Guide.+Productivity+Press.&og=Kobayashi%2C+H.%2C+%26+Wilson%2C+D.+(2022).+Maximizing+OEE+with+Lean+TPM+Practices%3A+A+Practical+Guide.+Productivity+Press.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQzNGowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Molina, F., & Guerrero, E. (2021). Fundamentos de mantenimiento industrial. Editorial Alfaomega.:

[https://www.google.com/search?q=Molina%2C+F.%2C+%26+Guerrero%2C+E.+\(2021\).+Fundamentos+de+mantenimiento+industrial.+Editorial+Alfaomega.&og=Molina%2C+F.%2C+%26+Guerrero%2C+E.+\(2021\).+Fundamentos+de+mantenimiento+industrial.+Editorial+Alfaomega.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQxNmowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Molina%2C+F.%2C+%26+Guerrero%2C+E.+(2021).+Fundamentos+de+mantenimiento+industrial.+Editorial+Alfaomega.&og=Molina%2C+F.%2C+%26+Guerrero%2C+E.+(2021).+Fundamentos+de+mantenimiento+industrial.+Editorial+Alfaomega.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQxNmowajmoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Nakajima, S. (2021). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press.:

[https://www.google.com/search?q=Nakajima%2C+S.+\(2021\).+Introduction+to+TPM%3A+Total+Productive+Maintenance.+Productivity+Press.&og=Nakajima%2C+S.+\(2021\).+Introduction+to+TPM%3A+Total+Productive+Maintenance.+Productivity+Press.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQxOGowajSoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Nakajima%2C+S.+(2021).+Introduction+to+TPM%3A+Total+Productive+Maintenance.+Productivity+Press.&og=Nakajima%2C+S.+(2021).+Introduction+to+TPM%3A+Total+Productive+Maintenance.+Productivity+Press.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQxOGowajSoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Yamashina, H. (2022). TPM for Every Operator: Enhancing Engagement on the Shop Floor. Japan Institute of Plant Maintenance.: <https://www.routledge.com/TPM->

for-Every-

Operator/JapanInstituteofPlantMaintenance/p/book/9781563270802?srsId=AfmB
OopMWXnvcJQqLi6kwzv7Uo3EfAdFj4Wub9jWcpKOHo2b97Gprw83

Fernández, J., Martínez, L., & Gómez, P. (2024). Gestión de criticidad en mantenimiento industrial. *Revista de Ingeniería Industrial*, 35(1), 45-58.

García, M., & López, R. (2022). *Mantenimiento preventivo: estrategias y beneficios*. Editorial Técnica.

González, F., & Rivas, A. (2023). *Mejora continua en sistemas productivos*. Editorial Innovación.

Kim, S., & Park, J. (2023). Autonomous maintenance and workforce empowerment in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 112-123.

Martínez, R., & Sánchez, D. (2021). Indicadores clave para el mantenimiento efectivo. *Revista Tecnología y Producción*, 29(3), 78-90.

Suzuki, T., Nakamura, Y., & Tanaka, H. (2021). Total productive maintenance: principles and applications. *Industrial Engineering Journal*, 48(2), 101-115.

Torres, A., & Méndez, C. (2022). Impacto de los paros no programados en la eficiencia industrial. *Revista de Gestión Operativa*, 19(4), 33-42.