



## TRABAJO DE GRADO

Evaluación teórica de la importancia de la gestión del mantenimiento en una empresa de manufactura mecánica.

Por

Luis David Agudelo Suarez

L.agudelo640@pascualbravo.edu.co

Asesor:

Victor Manuel Mejia Sanchez

Victor.mejia866@pascualbravo.edu.co

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Mecánica

Tecnología en Mecánica Industrial

Noviembre 22 del 2025

**Tradición - Transformación - Innovación**



SC 7134-1



Resolución 012512 del MEN. 29 de junio de 2022 - 6 años.

Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador

Apartado aéreo: 6564 / Línea única de atención: 604 448 0520 / Medellín - Colombia



**Alcaldía de Medellín**  
Distrito de  
Ciencia, Tecnología e Innovación

# Contenido

	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1 Descripción del problema	5
2.2 Formulación del problema	6
2.3 Contextualización del problema de investigación	6
3. OBJETIVOS	6
General	6
Específicos	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	7
5.1 Alcances	7
5.2 Limitaciones	7
6. MARCO TEÓRICO	7
6.1 Conceptos fundamentales del mantenimiento	8
6.1.1 Definición moderna de mantenimiento	8
6.1.2 Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad	8
6.2 Evolución histórica del mantenimiento	9
6.3 Tipos de mantenimiento	9
6.4 Metodologías contemporáneas de gestión del mantenimiento	9
6.4.1 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	9
6.4.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	10
6.4.3 Matriz de criticidad	10
6.4.4 AMEF y análisis de modos y efectos de falla	10
6.4.5 Sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management System)	10
6.4.6 Ciclo PHVA y mejora continua	11
6.5 Indicadores de gestión de mantenimiento	11
6.6 Gestión de activos y normas internacionales	12
6.7 Mantenimiento en el contexto de la Industria 4.0	12
6.8 Importancia estratégica del mantenimiento en manufactura mecánica	13
7. MARCO METODOLÓGICO	13

7.1	Enfoque de la investigación	13
7.2	Tipo de investigación	14
7.3	Nivel de investigación	14
7.3.1	Nivel descriptivo	14
7.3.2	Nivel analítico	14
7.4	Diseño de la investigación	14
7.5	Técnicas de recolección de información	15
7.5.1	Revisión bibliográfica especializada	15
7.5.2	Clasificación temática de documentos	15
8.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	15
9.	CONCLUSIONES	19
10.	RECOMENDACIONES	20
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

# 1. INTRODUCCIÓN

La gestión del mantenimiento ha evolucionado de manera significativa durante las últimas décadas, pasando de enfoques correctivos reactivos (centrados exclusivamente en la reparación posterior a la falla) hacia sistemas integrales que consideran la confiabilidad, la disponibilidad, la planificación estratégica, la gestión de activos, el monitoreo de condición y la mejora continua. Este cambio obedece a las crecientes demandas de competitividad, eficiencia, calidad y sostenibilidad dentro del sector industrial, particularmente en los entornos de manufactura mecánica, donde la continuidad operativa es indispensable para garantizar altos niveles de productividad y calidad.

En el contexto actual, el mantenimiento deja de ser una actividad meramente técnica para convertirse en una función estratégica, capaz de influir en la vida útil de los equipos, el rendimiento de las líneas productivas, los costos operativos y la capacidad de una empresa para responder a las exigencias del mercado. Autores como Mesa, Ortiz y Pinzón (2006, citados en Tacanga, 2020) destacan que los conceptos de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad forman parte de la esencia moderna del mantenimiento, en tanto permiten garantizar que los equipos cumplan sus funciones dentro de parámetros seguros, económicos y eficientes.

La relevancia del mantenimiento es aún más crítica en empresas de manufactura mecánica, donde los activos físicos como maquinaria, herramientas, sistemas automatizados y equipos industriales funcionan como la base operativa de toda actividad productiva. La ausencia de un sistema de mantenimiento adecuado puede generar fallas inesperadas, interrupciones productivas, desperdicio de materiales, incumplimientos en la entrega, costos no planificados y pérdida de competitividad. Tal como lo señalan Cerquera y Barrantes (2016), la gestión de activos orientada a la confiabilidad permite identificar los equipos que tienen mayor impacto en la operación, facilitando la toma de decisiones y el diseño de intervenciones más efectivas.

Los estudios consultados en este trabajo evidencian que la gestión de mantenimiento se sostiene sobre diversas metodologías consolidadas internacionalmente, tales como el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), el Mantenimiento Productivo Total (TPM), la pirámide de mantenimiento, el análisis de criticidad, el AMEF, los sistemas computarizados de gestión (CMMS), los modelos de gestión de activos bajo normas ISO (55000, 50001), así como la integración de indicadores como MTBF, MTTR, disponibilidad, tiempo de actividad y desperdicios operativos. Todas ellas constituyen enfoques estructurados que permiten mejorar la confiabilidad de los equipos, optimizar recursos y establecer procesos preventivos y predictivos eficaces.

El presente trabajo tiene como propósito evaluar teóricamente la importancia de la gestión del mantenimiento en empresas de manufactura mecánica, examinando los enfoques de mantenimiento más utilizados como correctivo, preventivo y predictivo y analizando cómo cada uno contribuye al rendimiento organizacional. A partir de una revisión exhaustiva de la literatura especializada, que incluye artículos científicos, trabajos de grado, casos de aplicación industrial y propuestas metodológicas, se busca establecer relaciones claras entre la gestión del mantenimiento y variables claves como productividad, calidad, costos operativos y competitividad empresarial.

Además, también se pretende identificar las prácticas predominantes en el sector industrial, las tendencias globales y los factores que determinan una gestión de mantenimiento eficiente, considerando aspectos como la cultura organizacional, la capacitación del personal, la

disponibilidad de datos, la planeación operativa y el desarrollo de metodologías sistemáticas de mejora continua.

Finalmente, este documento suministra bases conceptuales sólidas y evidencia empírica teórica que demuestran por qué la gestión del mantenimiento es un componente esencial en empresas de manufactura mecánica y cómo su correcta implementación constituye una ventaja estratégica que impacta positivamente la sostenibilidad operativa y financiera de las organizaciones.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 Descripción del problema**

En las empresas de manufactura mecánica, los sistemas productivos dependen directamente del estado operativo de los equipos, máquinas y herramientas. Sin embargo, múltiples estudios evidencian que gran parte del sector industrial aún opera con enfoques de mantenimiento insuficientes, reactivos o desarticulados, lo que disminuye la disponibilidad de los activos y genera un impacto negativo en los indicadores operativos y financieros (Tacanga, 2020; García & Leyton, 2021).

La literatura revisada muestra que la ausencia de una gestión de mantenimiento adecuada se traduce en fallas recurrentes, pérdidas de eficiencia, incremento de costos, reprocesos, baja confiabilidad, paradas imprevistas y disminución de la vida útil de los activos. Según Mesa, Ortiz y Pinzón (2006, citados en Tacanga, 2020), la disponibilidad de los equipos es el indicador más representativo del éxito del mantenimiento, ya que expresa el porcentaje de tiempo en que un sistema está en condiciones de operar sin interrupciones. Sin embargo, lograr altos niveles de disponibilidad requiere planificación, análisis técnico, asignación de recursos y gestión metodológica del mantenimiento.

Diversos trabajos de grado aplicados en sectores productivos (Castro & Leyton, 2021; Villanueva et al., 2021; García Esteban, 2017) coinciden en que muchas organizaciones no cuentan con diagnósticos técnicos de sus equipos, carecen de inventarios actualizados de repuestos, no poseen un sistema estandarizado para la programación y control de actividades de mantenimiento, o emplean metodologías poco adecuadas, lo cual deriva en una gestión deficiente. La falta de indicadores como MTBF, MTTR, disponibilidad, cumplimientos de planes, entre otros, limita la capacidad de análisis y toma de decisiones, generando respuestas tardías ante fallas y afectaciones críticas en la continuidad operativa.

Asimismo, se identifica que en empresas manufactureras es común encontrar una brecha significativa entre operación y mantenimiento, lo que produce falta de comunicación, duplicidad de esfuerzos, intervenciones no planificadas y detenciones inesperadas que afectan el rendimiento global de los sistemas. Esto coincide con lo expuesto por Restrepo (2010, citado en Villanueva et al., 2021), quien afirma que la carencia de una gestión sistemática implica sobrecostos, desgaste del recurso humano y baja productividad.

La necesidad de contar con modelos actualizados de gestión es evidente cuando se observa que muchas organizaciones se mantienen en esquemas correctivos, mientras que las tendencias internacionales apuntan a enfoques predictivos, centrados en confiabilidad, con uso intensivo de datos y metodologías sistemáticas de optimización.

Por lo tanto, el problema principal radica en la insuficiente incorporación de sistemas de gestión del mantenimiento fundamentados en metodologías técnicas, análisis de datos, planificación estratégica y cultura organizacional orientada a la mejora continua. Esto provoca que las empresas de manufactura mecánica no consigan alcanzar niveles óptimos de productividad, competitividad y sostenibilidad operativa.

## 2.2 Formulación del problema

De acuerdo con la problemática identificada, surge la siguiente pregunta de investigación:  
*¿Cuál es la importancia de la gestión del mantenimiento en una empresa de manufactura mecánica, y cómo impactan los enfoques correctivo, preventivo y predictivo en la productividad, calidad y competitividad organizacional?*

## 2.3 Contextualización del problema de investigación

- ¿Qué prácticas de mantenimiento predominan en las empresas del sector de manufactura mecánica?
- ¿Cuáles son las ventajas y limitaciones de los enfoques correctivo, preventivo y predictivo según la literatura especializada?
- ¿Qué metodologías modernas de gestión de mantenimiento se identifican en estudios, tesis y artículos revisados?
- ¿Cómo se relaciona la gestión del mantenimiento con la productividad, calidad y continuidad operativa?
- ¿Qué elementos estratégicos se consideran esenciales para una gestión de mantenimiento eficiente en organizaciones de manufactura?
- 

## 3. OBJETIVOS

### General

Analizar la importancia de la gestión del mantenimiento en las empresas de manufactura mecánica, identificando los enfoques más aplicados (preventivo, predictivo y correctivo) y su impacto en la productividad, la calidad y la competitividad organizacional.

### Específicos

- Identificar las prácticas predominantes de mantenimiento en el sector industrial y su nivel de implementación.
- Describir las características, ventajas y limitaciones de los tipos de mantenimiento más empleados.
- Analizar las metodologías contemporáneas de gestión del mantenimiento como RCM, TPM, AMEF, criticidad, CMMS, PHVA, entre otras.
- Examinar la relación entre la gestión del mantenimiento y variables como productividad, eficiencia operativa, calidad del producto y reducción de costos.

- Establecer conclusiones sobre el papel estratégico del mantenimiento en el fortalecimiento de la competitividad organizacional.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

El mantenimiento industrial se ha posicionado como un componente estratégico fundamental para la sostenibilidad operativa de las empresas manufactureras. Su importancia radica en que contribuye a asegurar la confiabilidad de los activos, reducir fallas, optimizar recursos, minimizar interrupciones productivas y garantizar la seguridad industrial (Tacanga, 2020; García & Leyton, 2021). En consecuencia, analizar la gestión del mantenimiento desde una perspectiva teórica resulta esencial para comprender cómo los distintos enfoques pueden influir en la eficiencia y el rendimiento empresarial.

Desde el ámbito académico, este trabajo aporta un análisis exhaustivo sustentado en bibliografía relevante, estudios aplicados y modelos de gestión, convirtiéndose en una fuente de consulta para profesionales, estudiantes y organizaciones interesadas en mejorar sus sistemas de mantenimiento.

Desde el ámbito práctico, el estudio es pertinente porque la manufactura mecánica depende directamente de equipos cuya operatividad influye en la continuidad del flujo de producción. Una gestión inadecuada puede generar fallas críticas, pérdidas económicas y disminución de la competitividad. Comprender las metodologías de mantenimiento permite adoptar decisiones acertadas que impacten positivamente en la productividad y el desempeño global de la empresa.

## **5. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **5.1 Alcances**

El estudio integra una amplia recopilación bibliográfica nacional e internacional, estableciendo relaciones teóricas entre gestión del mantenimiento, productividad y competitividad, generando un análisis que permita comprender tendencias y aportes metodológicos en diferentes sectores industriales.

### **5.2 Limitaciones**

Por tratarse de un estudio teórico, no se realizan mediciones directas en plantas reales por tanto la información depende de la disponibilidad y calidad de los documentos analizados.

## **6. MARCO TEÓRICO**

El mantenimiento industrial constituye un conjunto de actividades técnicas, administrativas y estratégicas encaminadas a asegurar que los equipos, sistemas y activos productivos conserven su capacidad funcional durante el mayor tiempo posible. En el sector de la manufactura mecánica, donde el desempeño de la maquinaria determina la productividad del proceso, la gestión del mantenimiento se convierte en un eje central para garantizar la

continuidad operativa, la calidad del producto final y la sostenibilidad competitiva de las organizaciones.

La literatura especializada en gestión de mantenimiento, presente en investigaciones nacionales e internacionales, evidencia que el mantenimiento ha evolucionado progresivamente desde enfoques reactivos hacia modelos integrados centrados en confiabilidad, riesgo, análisis de criticidad, optimización de activos y mejora continua (Tacanga, 2020; Castro & Leyton, 2021; Villanueva et al., 2021; García Esteban, 2017). Este capítulo presenta los fundamentos conceptuales y metodológicos más relevantes para el estudio, articulando la teoría con las experiencias reportadas en los documentos revisados.

## 6.1 Conceptos fundamentales del mantenimiento

### 6.1.1 Definición moderna de mantenimiento

Autores como Mesa, Ortiz y Pinzón (2006, citados en Tacanga, 2020) explican que el mantenimiento moderno no se limita a reparar fallas, sino que abarca un conjunto de acciones técnicas y administrativas destinadas a garantizar que los equipos mantengan su función dentro de condiciones operativas aceptables de seguridad, calidad y costo. Desde esta perspectiva, el mantenimiento se entiende como un sistema orientado a:

- Aumentar la confiabilidad
- Preservar la disponibilidad
- Reducir tiempos improductivos
- Prolongar la vida útil de los equipos
- Minimizar costos de operación
- Asegurar la eficiencia energética
- Evitar fallas recurrentes o catastróficas.

El mantenimiento se vincula directamente con la gestión empresarial, puesto que incide en la continuidad productiva, el rendimiento de los procesos y la competitividad.

### 6.1.2 Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad

Varios documentos coinciden en que estos tres conceptos son pilares de la ingeniería de mantenimiento:

- **Confiabilidad:** Probabilidad de que un sistema cumpla su función sin fallar en un intervalo determinado (García Esteban, 2017; Cerquera & Barrantes, 2016).
- **Disponibilidad:** Porcentaje de tiempo en que un activo está en condiciones de operar; depende del tiempo promedio entre fallas (MTBF) y del tiempo promedio de reparación (MTTR).
- **Mantenibilidad:** Facilidad y rapidez con que un sistema puede ser restaurado a condiciones operativas.

El equilibrio entre estos tres elementos permite medir la efectividad de una estrategia de mantenimiento y se convierte en un indicador clave para la toma de decisiones.

## 6.2 Evolución histórica del mantenimiento

La literatura identifica cuatro etapas principales en la evolución del mantenimiento industrial. En sus inicios predominaba el mantenimiento correctivo tradicional, un enfoque reactivo en el que la intervención se realizaba únicamente después de que ocurría la falla, generando altos costos operativos y todavía presente en algunos sectores (Villanueva et al., 2021). Posteriormente surgió el mantenimiento preventivo, basado en programar intervenciones a intervalos regulares según el tiempo o el uso del equipo; aunque reduce la frecuencia de fallas, no siempre garantiza la optimización de los recursos. Más adelante apareció el mantenimiento predictivo, sustentado en el monitoreo de condición mediante sensores, análisis de vibraciones, termografía, lubricación y datos históricos, lo que permite anticipar fallas y actuar antes de que se materialicen (Olarte et al., 2010). La etapa más avanzada corresponde al mantenimiento proactivo y centrado en la confiabilidad (RCM), cuyo propósito es eliminar causas raíz, optimizar recursos y gestionar los activos estratégicamente a largo plazo (Smith, 1993). La transición entre estas etapas implica no solo la incorporación de nuevas tecnologías, sino también la capacitación del personal y la construcción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

## 6.3 Tipos de mantenimiento

El **mantenimiento correctivo** constituye la forma más simple de gestión de activos, pero también la menos eficiente cuando se utiliza como única estrategia, ya que consiste en intervenir y reparar los equipos únicamente después de que ocurre la falla. Si bien puede ser adecuado para activos de baja criticidad, en la industria mecánica suele generar paradas imprevistas, mayores costos por fallas, reducción de la vida útil de los equipos e impactos negativos en la producción (García & Leyton, 2021). En contraste, el **mantenimiento preventivo** se basa en ejecutar acciones planificadas en intervalos establecidos sin considerar la condición real del equipo; autores como Herrera y Duany (2016) resaltan que esta estrategia contribuye a disminuir fallas y aumentar la disponibilidad, aunque su eficacia depende de una adecuada programación y del análisis de criticidad. Por su parte, el **mantenimiento predictivo** utiliza el monitoreo de variables como vibración, temperatura, presión o desgaste para anticipar fallas antes de que se manifiesten. Según Poor, Basl y Ženíšek (2020), este enfoque es esencial en el contexto de la Industria 4.0, aunque implica inversiones en sensores, sistemas de monitoreo y personal especializado. Finalmente, el **mantenimiento proactivo** representa una evolución más avanzada, orientada no solo a detectar fallas incipientes, sino también a eliminar las condiciones que las originan mediante técnicas como el análisis de causa raíz, la mejora de la fiabilidad operativa, la implementación de rediseños menores y el control riguroso de parámetros críticos.

## 6.4 Metodologías contemporáneas de gestión del mantenimiento

### 6.4.1 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

El RCM es uno de los modelos más robustos y ampliamente aplicados, consistiendo en identificar funciones críticas, modos de falla y actividades específicas para prevenirlas. Los

trabajos de Bravo Hernández (2017) y Poveda Guevara (2012) demuestran que este tipo de mantenimiento:

- Reduce paradas no programadas
- Optimiza costos
- Mejora la planificación
- Permite intervenir según riesgo y criticidad

El RCM considera: modos de falla, consecuencias, frecuencia, riesgo y selección de tareas óptimas (inspección, reemplazo, detección, rediseño).

#### **6.4.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El TPM, promovido por Nakajima, busca el involucramiento total del personal para eliminar pérdidas, mejorar eficiencia y promover mantenimiento autónomo. Según García Raya (2016) y López Arias (2009):

- Reduce tiempos muertos
- Fortalece la participación del operario
- Incrementa la disponibilidad
- Promueve orden, limpieza y estandarización (5S)

El TPM trabaja sobre ocho pilares: mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitación, seguridad, calidad, eficiencia, equipos iniciales y soporte administrativo.

#### **6.4.3 Matriz de criticidad**

Diversos autores (Villanueva et al., 2021; Cerquera & Barrantes, 2016) destacan que analizar la criticidad permite priorizar equipos en función de:

- Impacto en seguridad
- Impacto en producción
- Frecuencia de falla
- Costos asociados

Este análisis clasifica activos en críticos, importantes o no críticos, lo cual permite asignar recursos correctamente.

#### **6.4.4 AMEF y análisis de modos y efectos de falla**

El Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) es una técnica estructurada para identificar fallas potenciales antes de que ocurran. La tesis de Fernández Mozo (2017) destaca que permite:

- Evaluar severidad
- Determinar ocurrencia
- Analizar capacidad de detección
- Priorizar acciones preventivas

Es ampliamente utilizada en manufactura mecánica, industria automotriz, alimentos y laboratorios técnicos.

#### **6.4.5 Sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management System)**

Los CMMS son herramientas esenciales para programar, registrar y optimizar actividades de mantenimiento. Según García Esteban (2017), su uso permite:

- Almacenar hojas de vida de equipos,
- Organizar órdenes de trabajo,

- Gestionar repuestos,
- Generar indicadores,
- Planificar actividades preventivas.

Sin datos confiables, la mejora continua es inviable.

#### 6.4.6 Ciclo PHVA y mejora continua

El ciclo Planear Hacer, Verificar, Actuar (PHVA) aparece repetidamente en la literatura como método estructural para mejorar la gestión del mantenimiento (Contreras Soto, 2020). Su utilidad radica en:

- Planificación basada en datos,
- Ejecución ordenada,
- Verificación mediante indicadores,
- Ajuste mediante acciones correctivas.

### 6.5 Indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores de gestión son herramientas fundamentales para evaluar la efectividad y eficiencia de las estrategias de mantenimiento dentro de una organización. Su correcta interpretación permite optimizar recursos, mejorar la confiabilidad de los equipos y tomar decisiones basadas en datos. Entre los indicadores más relevantes se encuentran:

- **MTBF (Mean Time Between Failures):**

Representa el tiempo promedio entre fallas consecutivas de un equipo. Un valor elevado indica alta confiabilidad del sistema, ya que la frecuencia de fallas se reduce. Este indicador es esencial para evaluar la estabilidad operativa y planificar intervenciones preventivas o predictivas de manera más precisa.

- **MTTR (Mean Time To Repair):**

Mide el tiempo promedio requerido para reparar un equipo desde que ocurre la falla hasta que vuelve a operar normalmente. Un MTTR bajo refleja eficiencia en la respuesta del equipo de mantenimiento, disponibilidad de repuestos, habilidades técnicas del personal y buena planificación de recursos.

- **Disponibilidad operacional:**

Suele calcularse mediante la expresión **Disponibilidad =  $MTBF / (MTBF + MTTR)$** .

Este indicador expresa la probabilidad de que un equipo esté funcional en un momento dado, integrando tanto la confiabilidad (MTBF) como la mantenibilidad (MTTR). Un aumento en la disponibilidad se traduce directamente en mayor continuidad productiva.

- **Cumplimiento del plan de mantenimiento:**

Evalúa el porcentaje de actividades programadas que se ejecutan dentro del período establecido. Un índice bajo de cumplimiento suele evidenciar deficiencias en la planificación, falta de repuestos, acumulación de trabajos pendientes o problemas de personal.

- **Costos de mantenimiento vs. producción:**

Analiza la relación entre el gasto invertido en mantenimiento y el valor generado por la producción. Es útil para determinar si las estrategias implementadas están generando un retorno adecuado o si se está incurriendo en gastos excesivos sin impacto positivo en la operación.

- **Índice de desperdicios (TPM):**

Dentro del enfoque de *Total Productive Maintenance*, se evalúan pérdidas por paros, defectos, reprocesos y tiempos muertos. Este indicador permite identificar oportunidades de mejora en la interacción entre mantenimiento, producción y calidad.

- **OEE (Overall Equipment Effectiveness):**

Uno de los indicadores más completos, ya que integra tres factores clave:

- Disponibilidad,
- Rendimiento,
- Calidad del producto.

El OEE refleja el nivel real de efectividad de los equipos productivos. De acuerdo con Poor et al. (2020), solo un pequeño porcentaje de empresas logra superar el 90 % en este indicador, lo que evidencia la necesidad de implementar sistemas integrados de mantenimiento, automatización y análisis avanzado de datos para alcanzar niveles de clase mundial.

En conjunto, estos indicadores permiten monitorear el desempeño global del mantenimiento, identificar desviaciones, establecer prioridades y orientar la toma de decisiones hacia una mejora continua de los procesos industriales.

## **6.6 Gestión de activos y normas internacionales**

La gestión moderna del mantenimiento está influenciada por estándares internacionales como:

- **ISO 55000:** Gestión de activos.
- **ISO 50001:** Gestión energética.
- **ISO 9001:** Sistemas de calidad.
- **ISO 17025:** Laboratorios de ensayo y calibración.

Villanueva et al. (2021) evidencian que integrar mantenimiento con gestión de activos permite alinear decisiones técnicas con objetivos estratégicos del negocio.

## **6.7 Mantenimiento en el contexto de la Industria 4.0**

La modernización del mantenimiento implica incorporar:

- Sensores inteligentes
- Análisis de datos
- Inteligencia artificial
- IoT industrial
- Mantenimiento predictivo avanzado.

Según Poor, Basl y Ženíšek (2020), el principal reto no es tecnológico, sino la falta de especialistas en análisis de datos que permitan interpretar información y convertirla en decisiones estratégicas.

## **6.8 Importancia estratégica del mantenimiento en manufactura mecánica**

El mantenimiento se alinea directamente con objetivos estratégicos, tales como: alta disponibilidad de equipos,

- Reducción de costos
- Estabilidad del proceso
- Cumplimiento de estándares de calidad
- Continuidad operativa
- Seguridad industrial
- Competitividad en costos y tiempos.

La evidencia teórica coincide en que, sin una gestión de mantenimiento robusta, una empresa manufacturera no puede competir eficientemente en mercados exigentes.

## **7. MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico de esta investigación establece el enfoque, el diseño, las técnicas y los procedimientos utilizados para desarrollar el trabajo. Al tratarse de un estudio teórico que integra conceptos, metodologías, enfoques y resultados documentados en diversas investigaciones aplicadas, se opta por un método de revisión documental rigurosa que permita analizar críticamente la importancia de la gestión del mantenimiento en empresas de manufactura mecánica.

### **7.1 Enfoque de la investigación**

La investigación adopta un enfoque cualitativo, enfoque que permite interpretar y comprender fenómenos a partir de análisis conceptuales, revisión de literatura y comparación entre modelos teóricos, sin la necesidad de mediciones cuantitativas directas o experimentación en campo.

El enfoque cualitativo es apropiado para este estudio dado que:

- Examina la evolución conceptual del mantenimiento.
- Analiza críticamente teorías, modelos y metodologías ampliamente utilizadas.
- Identifica patrones, tendencias y elementos estratégicos en la gestión del mantenimiento.
- Permite discutir la importancia del mantenimiento desde múltiples perspectivas organizacionales.

Este enfoque posibilita desarrollar una comprensión profunda del objeto de estudio, basada en reflexiones documentadas y sustentadas teóricamente.

## **7.2 Tipo de investigación**

De acuerdo con la literatura metodológica, una investigación documental analiza, interpreta y organiza información existente proveniente de fuentes confiables para generar aportes nuevos a partir de la síntesis crítica del conocimiento acumulado.

Este tipo de investigación resulta ideal debido a que:

- La gestión del mantenimiento cuenta con abundante producción académica.
- Permite integrar trabajos de grado, artículos científicos, propuestas metodológicas y normativa técnica.
- No requiere intervención directa en plantas industriales, sino análisis conceptual sistemático.
- Facilita la comparación entre enfoques de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo).

## **7.3 Nivel de investigación**

El nivel del estudio es descriptivo / analítico.

### **7.3.1 Nivel descriptivo**

El nivel descriptivo de este estudio permite identificar y caracterizar los distintos enfoques de mantenimiento, así como las metodologías y modelos que se emplean en la industria; además, facilita el reconocimiento de los elementos teóricos que definen los conceptos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, y ofrece una visión clara de las prácticas predominantes en las organizaciones industriales en materia de gestión del mantenimiento.

### **7.3.2 Nivel analítico**

El nivel analítico se desarrolla a partir de la fase descriptiva y permite interpretar la relación entre las prácticas de mantenimiento y la productividad, así como el impacto que tienen las diferentes estrategias de mantenimiento sobre la competitividad de las organizaciones. En este nivel se analizan las ventajas y limitaciones de cada enfoque, resaltando la importancia de la gestión del mantenimiento como una función organizacional de carácter estratégico. De este modo, el nivel analítico posibilita la generación de conclusiones sustentadas en una reflexión crítica, apoyada en el análisis comparativo de múltiples fuentes de información.

## **7.4 Diseño de la investigación**

El diseño corresponde a un estudio no experimental y transversal, dado que:

- No se manipulan variables.
- No se interviene directamente en una empresa real.
- Se revisan documentos en un periodo delimitado.
- El análisis se realiza en un solo momento, integrando información histórica y contemporánea.

## **7.5 Técnicas de recolección de información**

La investigación utiliza técnicas documentales rigurosas, entre ellas:

### **7.5.1 Revisión bibliográfica especializada**

Se consultaron:

- Trabajos de grado completos.
- Artículos científicos indexados.
- Revisión sistemática sobre técnicas de mantenimiento (Tacanga, 2020).
- Tesis relacionadas con RCM, TPM, gestión de activos y criticidad.
- Propuestas aplicadas en empresas industriales reales.
- Documentos especializados en confiabilidad, AMEF, mantenimiento preventivo y predictivo.
- Normas internacionales relacionadas con mantenimiento (ISO 55000, 50001, 9001, 17025).

### **7.5.2 Clasificación temática de documentos**

Las fuentes se organizaron según categorías:

- Evolución del mantenimiento.
- Enfoques correctivo, preventivo y predictivo.
- Metodologías RCM, TPM, AMEF, criticidad, CAPI, PHVA.
- Indicadores de mantenimiento (MTBF, MTTR, disponibilidad).
- Gestión de activos y normativa ISO.
- Aplicaciones en manufactura, laboratorios, alimentos, construcción, movimiento de tierras.

## **8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El presente apartado de análisis y discusión de resultados integra de manera crítica la literatura revisada y los principales hallazgos relacionados con la gestión del mantenimiento en empresas de manufactura mecánica, con el propósito de valorar su papel estratégico en el desempeño organizacional. A partir de documentos nacionales e internacionales, se comparan los diferentes enfoques de mantenimiento, las metodologías más difundidas y el impacto de la gestión de los activos productivos sobre la productividad, la calidad y la competitividad, de modo que el mantenimiento deja de concebirse como una función meramente operativa y se reconoce como un elemento estructural en la estrategia empresarial.

La revisión de las fuentes consultadas revela una convergencia clara: la gestión del mantenimiento es un pilar estratégico en organizaciones de diversos sectores alimentario,

metalmecánico, laboratorios, movimiento de tierras y, especialmente, manufactura mecánica, pues incide directamente en la disponibilidad de los equipos, la confiabilidad operacional, los costos de producción, la eficiencia energética, la calidad del producto final y la continuidad de las operaciones. Los trabajos de García Esteban y Castro & Leyton muestran que la ausencia de una gestión sistemática se traduce en fallas frecuentes, altos costos correctivos, paradas inesperadas y pérdida de competitividad, situación que coincide con lo planteado por Mesa, Ortiz y Pinzón, quienes sostienen que el mantenimiento moderno debe garantizar la continuidad operacional bajo criterios de seguridad, confiabilidad y calidad. Este argumento adquiere especial relevancia en el contexto de la manufactura mecánica, donde los procesos dependen de maquinaria de precisión como tornos, fresadoras, centros de mecanizado CNC, sistemas hidráulicos y equipos de corte: una falla en estos activos no solo implica tiempo de inactividad, sino también variaciones dimensionales, defectos en el producto y pérdidas económicas significativas.

Desde una perspectiva comparativa, los diferentes tipos de mantenimiento presentan implicaciones muy distintas sobre el desempeño de los sistemas productivos. El mantenimiento correctivo, cuando se utiliza como estrategia predominante, se asocia en la literatura con paradas imprevistas, altos costos, reducción de la vida útil de los equipos, dificultades para planificar recursos y efectos negativos tanto en la calidad como en el cumplimiento de entregas. El estudio de Villanueva en un laboratorio EHS evidencia que la dependencia excesiva del correctivo conlleva pérdida de control sobre los costos, ausencia de indicadores y caídas en la disponibilidad de los activos, lo que confirma su escasa efectividad como estrategia única. En contraste, el mantenimiento preventivo aparece como la alternativa más extendida en la industria, al permitir planificar intervenciones, reducir tiempos muertos, mejorar la disponibilidad y facilitar la programación de actividades, tal como destacan Herrera y Duany. Sin embargo, la literatura también señala que este enfoque no siempre resulta óptimo, ya que se ejecuta sin considerar la condición real del equipo; ello puede conducir a gastos innecesarios, reemplazos prematuros de componentes o fallas que no se detectan a tiempo. Frente a estas limitaciones, el mantenimiento predictivo se posiciona como un avance relevante, particularmente en el marco de la Industria 4.0. Poor, Basl y Ženíšek subrayan que el uso de sensores, análisis de vibraciones y monitoreo en tiempo real permite anticipar la falla antes de que se materialice, lo que contribuye a extender la vida útil de los activos, optimizar costos, reducir fallas catastróficas y minimizar intervenciones innecesarias. No obstante, los mismos estudios advierten que su implementación requiere inversiones tecnológicas significativas, personal capacitado en análisis de datos y una infraestructura que no todas las empresas están en condiciones de asumir. En el sector metalmecánico, donde la precisión de maquinaria CNC, husillos, ejes y rodamientos es crítica, el mantenimiento predictivo ofrece una ventaja decisiva frente a los esquemas tradicionales basados exclusivamente en correctivos o preventivos rígidos.

En el ámbito metodológico, la literatura resalta el papel de enfoques estructurados que fortalecen la toma de decisiones en mantenimiento. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) se presenta en múltiples estudios como una de las metodologías más eficientes, debido a que analiza de forma sistemática los modos y efectos de falla, identifica las consecuencias y riesgos asociados, prioriza las tareas en función de la criticidad y evita la realización de intervenciones innecesarias, logrando optimizar recursos y mejorar la confiabilidad de los equipos. Esta lógica resulta especialmente adecuada para empresas de

manufactura mecánica, caracterizadas por equipos con funciones específicas y modos de falla bien definidos. De manera complementaria, el Mantenimiento Productivo Total (TPM), analizado por García Raya y López Arias, se distingue por su enfoque integral basado en pilares como el mantenimiento autónomo, el orden y la limpieza, la capacitación del personal y la mejora continua. Este enfoque no solo reduce desperdicios e incrementa la disponibilidad, sino que también promueve una cultura organizacional participativa y empodera a los operarios en el cuidado de los activos; la tesis de Castro & Leyton confirma que la implementación de TPM fortalece la relación entre operación y mantenimiento, alcanzando mayores niveles de eficiencia en las líneas productivas. El Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), según Fernández Mozo, se consolida como una herramienta clave para la identificación preventiva de fallas, al permitir una valoración sistemática de la severidad y ocurrencia de los modos de falla, el establecimiento de prioridades y la definición de planes de acción preventivos, lo cual resulta especialmente útil en equipos mecánicos complejos sometidos a desgaste, vibraciones o variaciones térmicas. Finalmente, el análisis de criticidad, abordado por Villanueva y Cerquera, muestra que clasificar los activos según su impacto sobre la producción, la seguridad y el entorno permite asignar recursos de manera más precisa, evitar intervenciones innecesarias y focalizar los esfuerzos en aquellos equipos que son verdaderamente estratégicos, aspecto particularmente relevante en manufactura mecánica, donde no todas las máquinas afectan en igual medida el flujo productivo.

Los resultados de la revisión confirman que la gestión del mantenimiento mantiene una relación directa con la productividad de las organizaciones. La disponibilidad de los equipos, entendida como el porcentaje de tiempo en que la maquinaria está en condiciones operativas, se vincula de forma lineal con el tiempo efectivo de producción; incluso incrementos relativamente modestos en la disponibilidad del orden del 5 % pueden traducirse en varias horas adicionales de producción mensual. La reducción de fallas inesperadas implica menos interrupciones en el proceso, menor necesidad de reprocesos, disminución del desperdicio de material y reducción de atrasos en las entregas a los clientes. Por otro lado, la literatura señala que los equipos mal mantenidos tienden a consumir más energía, afectando negativamente la eficiencia energética global de la planta. Una política de mantenimiento bien estructurada que combine acciones preventivas y predictivas contribuye a disminuir los costos asociados a emergencias, compras urgentes de repuestos, daños colaterales en componentes y horas extra del personal técnico, al tiempo que mejora la calidad del producto: máquinas desajustadas generan piezas fuera de tolerancia, vibraciones indeseadas o imprecisiones dimensionales, lo cual repercute directamente en la conformidad con las especificaciones y en la satisfacción del cliente.

Desde un enfoque estratégico, los hallazgos indican que la competitividad empresarial está estrechamente relacionada con la forma en que se gestionan los activos productivos. El cumplimiento de los pedidos, el control de costos, la continuidad operativa, la calidad del producto y el uso eficiente de los recursos se muestran como dimensiones dependientes, en buena medida, de la solidez del sistema de mantenimiento. Autores como Ruiz Estrada, Poor y el propio García Esteban coinciden en que las empresas con una gestión de mantenimiento robusta son más eficientes, flexibles y rentables. En el caso de la manufactura mecánica, donde los clientes exigen precisión dimensional y tiempos de entrega estrictos, el mantenimiento deja de ser un soporte de “segunda línea” para convertirse en una fuente de ventaja competitiva: aquellas organizaciones capaces de mantener altos niveles de

disponibilidad y calidad con costos controlados logran posicionarse mejor frente a sus competidores y responder con mayor agilidad a las exigencias del mercado.

Finalmente, el análisis de tendencias emergentes en la literatura permite identificar una clara orientación hacia la digitalización del mantenimiento y la gestión integral de activos. Se evidencia una creciente implementación de sensores, tecnologías IoT, big data y herramientas de análisis predictivo para el monitoreo en tiempo real de la condición de los equipos y la anticipación de fallas. Paralelamente, se observa la adopción de modelos de gestión de activos basados en la norma ISO 55000, que promueven la alineación estratégica entre operación, mantenimiento y objetivos corporativos, con una visión de ciclo de vida y creación de valor. La construcción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua sustentada en la formación, la participación y el empoderamiento del personal aparece como condición necesaria para que estas herramientas generen resultados sostenibles. Asimismo, se identifican metodologías híbridas que combinan enfoques como TPM y RCM, esquemas preventivos con predictivos o AMEF con análisis de criticidad, buscando aprovechar las fortalezas de cada enfoque y adaptarlos a contextos específicos. El uso de sistemas computarizados de gestión del mantenimiento (CMMS) se consolida como un soporte imprescindible para la digitalización de órdenes de trabajo, la administración de inventarios, el registro de historiales de falla y la generación de indicadores, facilitando una toma de decisiones basada en datos. En conjunto, estas tendencias delimitan el tránsito hacia la manufactura inteligente, en la que el mantenimiento se integra de forma natural con la automatización, el control y la analítica avanzada.

En síntesis, el análisis y discusión de resultados permiten concluir que la gestión del mantenimiento debe entenderse como un proceso estratégico y no exclusivamente técnico. La productividad y la competitividad de las empresas dependen de manera directa de la forma como se gestionan los activos productivos, y la literatura coincide en señalar que los enfoques preventivo y predictivo resultan claramente superiores al correctivo cuando el objetivo es asegurar continuidad operativa, calidad y control de costos. Metodologías como RCM, TPM, AMEF y el análisis de criticidad fortalecen la toma de decisiones al proporcionar marcos estructurados para la planificación, ejecución y mejora de las actividades de mantenimiento. El impacto del mantenimiento sobre la calidad del producto y los costos de producción es especialmente evidente en el sector de manufactura mecánica, por lo que las empresas de este ámbito se enfrentan al desafío y a la necesidad de migrar hacia modelos modernos de gestión basados en la confiabilidad, el análisis de datos y la mejora continua, integrando tecnologías digitales con una cultura organizacional orientada a la excelencia operacional. Esta lectura crítica de la literatura proporciona así un sustento sólido para propuestas de intervención, diseño metodológico o modelos de gestión del mantenimiento aplicables a contextos reales de manufactura mecánica.

## 9. CONCLUSIONES

- La gestión del mantenimiento es un componente estratégico esencial para la continuidad operativa y la competitividad empresarial. La evidencia recopilada demuestra que el mantenimiento no puede considerarse únicamente una actividad técnica, sino una función estratégica que determina la eficiencia, el rendimiento y la sostenibilidad de los procesos productivos. A través del mantenimiento se garantiza que los equipos mantengan su función bajo condiciones óptimas de seguridad, calidad y costo, lo cual impacta directamente en la productividad y la satisfacción del cliente.
- El mantenimiento influye significativamente en la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de los activos productivos. Los conceptos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (presentes de manera recurrente en la literatura) se constituyen en indicadores fundamentales que permiten evaluar la efectividad del mantenimiento. Un aumento en la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos se traduce en mayor tiempo productivo, menores costos y mejor desempeño operativo.
- La dependencia exclusiva del mantenimiento correctivo limita la eficiencia y genera sobrecostos. Los estudios revisados coinciden en que las organizaciones que operan bajo esquemas correctivos tienden a presentar interrupciones inesperadas, incrementar los costos asociados a fallas, reducir la vida útil de los activos, perder control sobre la operación. Por tanto, el mantenimiento correctivo no es suficiente y debe complementarse con enfoques preventivos y predictivos.
- El mantenimiento preventivo y predictivo aportan beneficios superiores y son claves para la mejora continua. El mantenimiento preventivo disminuye la probabilidad de falla y permite planificar la intervención, mientras que el mantenimiento predictivo apoyado en la medición de variables de condición ofrece una herramienta poderosa para anticipar fallos antes de que ocurran. La integración de estas estrategias reduce costos, maximiza la disponibilidad y mejora la confiabilidad de los sistemas.
- Las metodologías avanzadas como RCM, TPM, AMEF y análisis de criticidad fortalecen la toma de decisiones y optimizan los planes de mantenimiento. La literatura demuestra que estas metodologías permiten identificar modos de falla, priorizar activos según criticidad, empoderar al personal, reducir pérdidas y desperdicios, aumentar la eficiencia global, estructurar planes de mantenimiento eficientes. En manufactura mecánica, donde existe alta dependencia de equipos de precisión, la aplicación de estas metodologías genera ventajas competitivas sostenibles.
- La digitalización, el uso de CMMS y la Industria 4.0 representan una tendencia inevitable. El mantenimiento moderno debe apoyarse en tecnologías como el monitoreo en tiempo real, la sensorización, el análisis de datos, los sistemas CMMS y la integración IoT. Estas tecnologías permiten anticipar fallas, gestionar inventarios, planificar actividades y mejorar la toma de decisiones.

- La gestión del mantenimiento impacta directamente en la calidad del producto final. Los estudios aplicados demuestran que máquinas con fallas, desajustes o desgaste generan productos fuera de especificación, pérdidas de material y reprocesos. Un mantenimiento adecuado contribuye a la estabilidad del proceso, minimiza variaciones y aumenta la calidad.
- La cultura organizacional es un factor determinante para el éxito del mantenimiento. Modelos como TPM y los sistemas de gestión ISO evidencian que el mantenimiento no es responsabilidad exclusiva del área técnica. La participación activa de operarios, supervisores e ingenieros es crucial para lograr mejoras sostenibles.
- La gestión del mantenimiento contribuye al fortalecimiento financiero de las empresas. La correcta aplicación de estrategias y metodologías de mantenimiento permite disminuir tiempos muertos, optimizar recursos, reducir inversiones innecesarias, mejorar la eficiencia energética, evitar fallos catastróficos, reducir costos a largo plazo.
- El mantenimiento debe ser entendido como una inversión, no como un gasto. Las evidencias teóricas y prácticas demuestran que invertir en mantenimiento contribuye al crecimiento organizacional, la sostenibilidad, la productividad y la competitividad. Este enfoque debe ser adoptado por la alta dirección de las empresas.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Migrar de estrategias correctivas hacia modelos preventivos y predictivos. Se recomienda establecer políticas que permitan disminuir las intervenciones emergentes y aumentar las acciones planificadas y basadas en condición. Esto implica desarrollar rutinas de inspección, análisis de vibraciones, termografía, análisis de lubricantes y monitoreo de condición.
- Implementar metodologías avanzadas como RCM, TPM y AMEF. Estas metodologías ofrecen herramientas para identificar modos de falla, priorizar equipos y estructurar planes de mantenimiento eficientes. La aplicación combinada de estas puede mejorar los resultados de confiabilidad y disponibilidad en equipos críticos.
- Utilizar un CMMS para la gestión digital del mantenimiento. Los sistemas CMMS facilitan el registro de actividades, hojas de vida, inventarios, órdenes de trabajo e indicadores de gestión. La digitalización permite optimizar tiempos, mejorar el flujo de información y facilitar auditorías internas.
- Realizar análisis de criticidad antes de asignar recursos. Clasificar equipos según su impacto en seguridad, producción, costos y medio ambiente permite asignar recursos de manera eficiente y focalizar la atención en activos realmente críticos.
- Fortalecer la capacitación del personal técnico y operativo. Un sistema de mantenimiento eficiente depende en gran medida del nivel de conocimiento del

personal. La capacitación en mantenimiento autónomo, lectura de instrumentos, análisis de fallas, interpretaciones de manuales técnicos y operación segura de equipos es esencial.

- Fomentar una cultura organizacional orientada al mantenimiento. La gestión del mantenimiento debe involucrar a toda la organización. Se recomienda establecer políticas de sensibilización, participación y comunicación efectiva entre las áreas operativas y de mantenimiento.
- Integrar indicadores de gestión como MTBF, MTTR, disponibilidad y OEE. Los indicadores permiten evaluar objetivamente la efectividad de los planes de mantenimiento. Su análisis periódico facilita la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos.
- Adoptar tecnologías de la Industria 4.0. La sensorización, IoT, análisis de datos, inteligencia artificial y mantenimiento predictivo son herramientas clave para aumentar la confiabilidad. Las empresas deben evaluar gradualmente su adopción.
- Estandarizar procesos y generar documentación técnica actualizada. Manual de procedimientos, listas de chequeo, formatos de inspección, SOP de mantenimiento y hojas de vida bien estructuradas son esenciales para garantizar la repetibilidad y trazabilidad de las actividades.
- Incorporar la gestión del mantenimiento dentro del plan estratégico organizacional. El mantenimiento debe alinearse con los objetivos del negocio y formar parte de las decisiones de inversión, planificación operativa y análisis económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., & Moreno, C. (2016). *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones Komatsu 730E*. Redalyc.
- Arias, E. A. (2009). *El mantenimiento productivo total (TPM) y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación* [Trabajo de grado, Universidad Javeriana].
- Barrientos-Medina, J. (2017). *Evolución de la gestión del mantenimiento industrial en Latinoamérica*. Revista Científica.
- Cerquera Valderrama, C., & Barrantes Malagón, J. (2016). *Gestión de activos enfocado hacia la confiabilidad o determinación del TPEF*. Universidad ECCI.
- Contreras Soto, D. (2020). *Elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos de la E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña* [Trabajo de grado].
- Cuan Pérez, C., Vega, O., & Verano, C. (2018). *Optimización del plan de mantenimiento de instalaciones en planta de cuidado del hogar mediante gestión del riesgo*. Universidad Católica de Colombia.
- Echavarría Yepes, A. (2020). *CAPL: metodología de mantenimiento para equipos de baja utilización*. Universidad de los Andes.
- Figueroa Hernández, L., Dahbura, L., & Solórzano, R. (2017). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento basado en 5S en una empresa panificadora salvadoreña*. Universidad Don Bosco.
- García Esteban, E. E. (2017). *Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierra ICCGSA en la vía Huancayo–Ayacucho* [Tesis de Ingeniería Mecánica]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- García Raya, R. (2016). *Mantenimiento productivo total aplicado a una máquina formadora de camisas exotérmicas* [Trabajo de grado]. UNAM.
- García Zapata, T., & Sotomayor Sancho Dávila, C. (2013). *Modelo de mejora de la competitividad basado en indicadores críticos de gestión en empresas de mantenimiento de maquinaria pesada*. Redalyc.
- Grau Nogués, J. (2017). *Estudio del plan de mantenimiento en la industria alimentaria* [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Valencia.
- Guevara, A. J. P. (2012). *Aplicación de la metodología RCM para el desarrollo del plan de mantenimiento del sistema de llenado automático de botellas de GLP* [Trabajo de grado]. ESPOL.
- Hernández, P., Montes de Oca, J., Carro, M., & Fernández, S. J. (2010). *Optimización del mantenimiento preventivo mediante técnicas de diagnóstico integral*. EBSCO.
- Herrera Galán, M., & Duany Alfonso, Y. (2016). *Metodología e implementación de un programa de gestión del mantenimiento*. Redalyc.
- IV\_FIN\_109\_TSP\_Otazu\_Huarahuara\_2023. (2023). *Gestión de mantenimiento industrial: fundamentos y aplicación*.
- López, A. (2009). *Importancia del factor humano en la implementación del TPM*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Malagón Silva, M., & Martínez Feo, R. (2021). *Modelo de plan de mantenimiento basado en RCM2 aplicado a una máquina de pruebas hidráulicas*.

- Molina, J. (2020). *Indicadores de mantenimiento en sistemas industriales*.
- Muñoz Carrillo, A., & Rojas Rincón, R. (2014). *Generación de procedimientos de operación y mantenimiento en línea de donuts*. Universidad ECCI.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañón, B. (2010). *Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria*. Redalyc.
- Otazu Huarahuara, J. (2023). *Gestión de Mantenimiento Industrial* [Documento académico].
- Penkova, O. (2007). *Mantenimiento industrial: confiabilidad, disponibilidad y eficiencia energética*. Editorial Universitaria.
- Poveda Guevara, A. J. (2012). *Aplicación de la metodología RCM para el desarrollo del plan de mantenimiento del sistema de llenado automático de botellas de GLP*. ESPOL.
- Poor, P., Basl, J., & Ženíšek, J. (2020). *Assessing predictive maintenance readiness of enterprises in West Bohemia region*. Journal of Industrial Engineering.
- Restrepo Urrego, D. (2010). *Puesta en marcha de un plan de mantenimiento para instalaciones industriales de Gecolsa Sabaneta*.
- Rocha Mahecha, J. A. (2017). *Implementación del programa TPM–HPS para líneas de empaquetado Sachet en Henkel Colombiana S.A.S*. Universidad Distrital.
- Ribeiro Alves, T. E. (2020). *Modelo de toma de decisiones para inventarios MRO integrando mantenimiento y cadena de abastecimiento*.
- Ruiz Estrada, G. M. (2021). *Direccionamiento estratégico para una empresa del sector gas natural* [Trabajo de grado].
- Tacanga Dávila, T. (2020). *Técnicas en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica: revisión de literatura*. Universidad de Trujillo.
- Tamayo Gómez, A., & Fagua, A. (2016). *Diseño del sistema de gestión de mantenimiento para helados Popsy*. Universidad Sergio Arboleda.
- Uzcátegui Gutiérrez, J., Varela Cárdenas, A., & Díaz García, J. I. (2020). *Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento basado en metodología MCC en empresas cementeras*.
- Vargas, I., Estupiñán, S., & Díaz, A. (2017). *Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento*. EBSCO.
- Villanueva González, G. A., Naranjo Mateus, A. F., & Jerez Romero, E. (2021). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de los activos en una compañía certificadora de productos y servicios*. Universidad ECCI.