



## *Integración de inteligencia artificial para el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna: Enfoque integral*

## *Integration of artificial intelligence for predictive diagnosis of mechanical failures in internal combustion vehicles: A comprehensive approach*

## *Integração de inteligência artificial para diagnóstico preditivo de falhas mecânicas em veículos de combustão interna: uma abordagem abrangente*

Pedro Ramiro Cajías-Arías<sup>I</sup>

[pcajias@istlamana.edu.ec](mailto:pcajias@istlamana.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-0684-9787>

Juan Carlos Ortiz-Reyes<sup>II</sup>

[jortiz@istlamana.edu.ec](mailto:jortiz@istlamana.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1057-7818>

Carlos Stalin Ulcuango-Moreno<sup>III</sup>

[culcuango@istlamana.edu.ec](mailto:culcuango@istlamana.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5657-1449>

Robinson Rodrigo Alay-Romero<sup>IV</sup>

[ralay@istlamana.edu.ec](mailto:ralay@istlamana.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-5760-429X>

**Correspondencia:** [pcajias@istlamana.edu.ec](mailto:pcajias@istlamana.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 28 de marzo de 2025 \* **Aceptado:** 21 de abril de 2025 \* **Publicado:** 20 de mayo de 2025

- I. Tecnólogo de Mantenimiento y Reparación de Motores a Diesel y Gasolina, Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico La Maná, La Maná, Ecuador.
- II. Magíster en Matemática Aplicada, Ingeniero Automotriz, Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico La Maná, La Maná, Ecuador.
- III. Ingeniero Automotriz, Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico La Maná, La Maná, Ecuador.
- IV. Máster Universitario en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos, Ingeniero Automotriz, Docente Investigador del Instituto Superior Tecnológico La Maná, La Maná, Ecuador.

## Resumen

La integración de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), en el ámbito de la ingeniería automotriz ha cobrado especial relevancia ante la necesidad de optimizar los procesos de mantenimiento y reducir los tiempos de inactividad vehicular. Este artículo aborda la temática de la aplicación de modelos de Inteligencia Artificial (IA), para el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna, destacando su pertinencia en contextos donde la confiabilidad operativa es crítica.

El objetivo principal es analizar y proponer un enfoque integral para la implementación de sistemas inteligentes que permitan anticipar fallas mecánicas mediante el procesamiento de datos operacionales y sensoriales en tiempo real. Se busca demostrar cómo técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales y algoritmos de clasificación pueden mejorar la precisión diagnóstica en comparación con los métodos tradicionales.

Desde la perspectiva teórica, el estudio se fundamenta en los principios del mantenimiento predictivo, la teoría de la confiabilidad mecánica y los desarrollos recientes en Inteligencias Artificial (IA), aplicada a sistemas Ciber físicos. Se integran conceptos de machine learning supervisado y no supervisado, análisis de señales y procesamiento de Big Data automotriz para construir un marco metodológico robusto.

El artículo se estructura en cinco secciones: introducción al problema y contexto tecnológico; revisión de literatura sobre diagnósticos automatizados; desarrollo del enfoque metodológico propuesto; análisis de resultados experimentales utilizando conjuntos de datos reales; y, finalmente, conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones y aplicaciones en entornos industriales. Este trabajo aporta a la transición hacia una ingeniería automotriz más inteligente, eficiente y sostenible.

**Palabras Clave:** Inteligencia Artificial; diagnóstico predictivo; fallas mecánicas; vehículos de combustión interna; mantenimiento predictivo.

## Abstract

The integration of emerging technologies such as Artificial Intelligence (AI) in the field of automotive engineering has gained special relevance given the need to optimize maintenance processes and reduce vehicle downtime. This article addresses the application of Artificial

Intelligence (AI) models for the predictive diagnosis of mechanical failures in internal combustion vehicles, highlighting their relevance in contexts where operational reliability is critical.

The main objective is to analyze and propose a comprehensive approach for the implementation of intelligent systems that allow anticipating mechanical failures by processing operational and sensory data in real time. The aim is to demonstrate how machine learning techniques, neural networks, and classification algorithms can improve diagnostic accuracy compared to traditional methods.

From a theoretical perspective, the study is based on the principles of predictive maintenance, mechanical reliability theory, and recent developments in Artificial Intelligence (AI) applied to cyber-physical systems. Concepts of supervised and unsupervised machine learning, signal analysis, and automotive Big Data processing are integrated to build a robust methodological framework.

The article is structured in five sections: introduction to the problem and technological context; review of the literature on automated diagnostics; development of the proposed methodological approach; analysis of experimental results using real-world datasets; and, finally, conclusions and recommendations for future research and applications in industrial settings. This work contributes to the transition toward smarter, more efficient, and sustainable automotive engineering.

**Keywords:** Artificial Intelligence; predictive diagnostics; mechanical failures; internal combustion vehicles; predictive maintenance.

## Resumo

A integração de tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA), na engenharia automotiva tornou-se especialmente importante devido à necessidade de otimizar os processos de manutenção e reduzir o tempo de inatividade dos veículos. Este artigo aborda a aplicação de modelos de Inteligência Artificial (IA) para o diagnóstico preditivo de falhas mecânicas em veículos de combustão interna, destacando sua relevância em contextos onde a confiabilidade operacional é crítica.

O objetivo principal é analisar e propor uma abordagem abrangente para a implementação de sistemas inteligentes que permitam antecipar falhas mecânicas através do processamento de dados operacionais e sensoriais em tempo real. O objetivo é demonstrar como técnicas de aprendizado de

máquina, redes neurais e algoritmos de classificação podem melhorar a precisão do diagnóstico em comparação aos métodos tradicionais.

Do ponto de vista teórico, o estudo se baseia nos princípios de manutenção preditiva, teoria da confiabilidade mecânica e desenvolvimentos recentes em Inteligência Artificial (IA) aplicada a sistemas ciberfísicos. Conceitos de aprendizado de máquina supervisionado e não supervisionado, análise de sinais e processamento de Big Data automotivo são integrados para construir uma estrutura metodológica robusta.

O artigo está estruturado em cinco seções: introdução ao problema e contexto tecnológico; revisão de literatura sobre diagnósticos automatizados; desenvolvimento da abordagem metodológica proposta; análise de resultados experimentais usando conjuntos de dados reais; e, finalmente, conclusões e recomendações para futuras pesquisas e aplicações em ambientes industriais. Este trabalho contribui para a transição para uma engenharia automotiva mais inteligente, eficiente e sustentável.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial; diagnóstico preditivo; falhas mecânicas; veículos de combustão interna; manutenção preditiva.

## Introducción

En el contexto actual de la ingeniería automotriz, la fiabilidad operativa de los vehículos de combustión interna se ha convertido en un aspecto crucial para la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad del transporte terrestre. Se reconoce que los métodos tradicionales de mantenimiento correctivo y preventivo presentan limitaciones en la detección temprana de fallas mecánicas, lo que conlleva a altos costos operativos, tiempos de inactividad y riesgos de accidentes. Por ello, se ha incrementado el interés en la incorporación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), para optimizar los procesos de diagnóstico y mantenimiento.

Pese a los avances en el monitoreo de condiciones y mantenimiento predictivo en otros sectores industriales, su aplicación sistemática en vehículos de combustión interna aún presenta vacíos metodológicos y tecnológicos, particularmente en lo que respecta a la integración efectiva de modelos de Inteligencia Artificial (IA), con sistemas sensoriales y de adquisición de datos automotrices. La pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cómo puede integrarse un enfoque de Inteligencia Artificial (IA), para mejorar el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna bajo condiciones reales de operación?

Se plantea como hipótesis que la implementación de algoritmos de aprendizaje automático, junto con datos de funcionamiento en tiempo real, permite anticipar fallas con mayor precisión que los métodos convencionales. La meta es diseñar y validar un enfoque integral basado en Inteligencia Artificial (IA), que eleve la capacidad predictiva del sistema vehicular y optimice la gestión del mantenimiento.

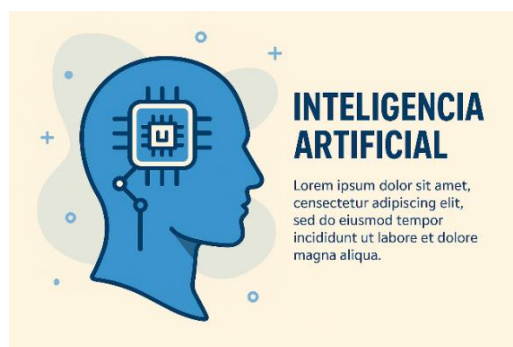
El presente estudio tiene como objetivos analizar las limitaciones actuales de los métodos de diagnóstico, revisar modelos de Inteligencia Artificial (IA), aplicables al sector automotriz, desarrollar un modelo predictivo y validar su efectividad con datos empíricos. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al diseño de vehículos más inteligentes, confiables y sostenibles, animando futuras investigaciones en la intersección entre inteligencia artificial y sistemas mecánicos complejos.

## Desarrollo

### 1. Inteligencia Artificial

#### *Ilustración N° 1*

#### *Inteligencia Artificial*



*Elaborado: Autores*

#### • Definición y Aplicaciones en Ingeniería Automotriz

La inteligencia artificial (IA), se refiere a sistemas computacionales capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la adaptación. En el ámbito automotriz, la inteligencia artificial (IA), se ha aplicado para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad y la experiencia del usuario. Particularmente, en el mantenimiento predictivo, la inteligencia artificial (IA), permite analizar grandes volúmenes de datos generados

por sensores en tiempo real, facilitando la detección temprana de anomalías y la predicción de fallas mecánicas (Fracttal, 2024).

- **Algoritmos de Aprendizaje Automático**

Los algoritmos de aprendizaje automático, como las redes neuronales artificiales, las máquinas de vectores de soporte y los árboles de decisión, han demostrado ser eficaces en la identificación de patrones complejos en datos operacionales de vehículos. Estos algoritmos permiten desarrollar modelos predictivos que anticipan fallas mecánicas, optimizando así los programas de mantenimiento (Toro Lazo, 2021).

- **Inteligencia Artificial en la Industria Automotriz**

La inteligencia artificial (IA), está transformando profundamente el sector de la automoción. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, aprender de patrones y automatizar procesos complejos permite a las empresas alcanzar nuevos niveles de eficiencia, calidad e innovación en el sector. Al integrar la inteligencia artificial (IA), en los procesos operacionales y estratégicos, las organizaciones no solo pueden reducir los costes y mejorar la productividad, sino también impulsar la sostenibilidad y la personalización de productos y servicios (Kaizen Institute, 2024).

- **Inteligencia Artificial (IA) y Mantenimiento Predictivo**

La convergencia del mantenimiento predictivo con la inteligencia artificial (IA) está provocando una revolución tecnológica de la gestión industrial. La capacidad de la IA para analizar grandes conjuntos de datos, identificar patrones imperceptibles y facilitar la toma de decisiones ha transformado la forma en que las empresas gestionan sus procesos y activos. En el contexto actual, la inteligencia artificial (IA), está marcando un hito en el panorama industrial. Su aplicación en curvas de confiabilidad, mantenimiento basado en condición, analítica de datos y la interacción con Chatbots redefine la fiabilidad de los equipos, contribuyendo a reducir los tiempos de inactividad no planificados y a aumentar la eficiencia operativa (Fracttal, 2024).

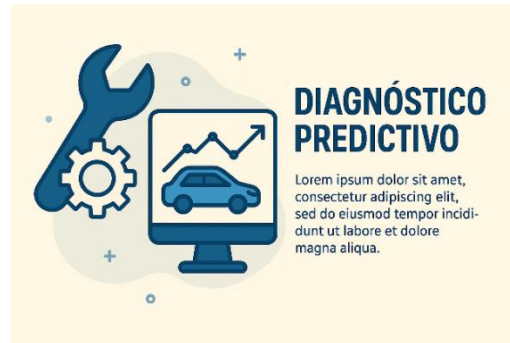
- **Inteligencia Artificial (IA) en el Diagnóstico de Vehículos**

La inteligencia artificial (IA), juega un papel clave en el diagnóstico de vehículos al analizar datos de sensores en tiempo real para detectar anomalías antes de que se conviertan en problemas graves. Los sistemas de mantenimiento predictivo alertan a los propietarios o administradores de flotas cuando es probable que un componente falle, lo que reduce el tiempo de inactividad y los costos

de reparación. Los diagnósticos impulsados por inteligencia artificial (IA), mejoran la eficiencia, la confiabilidad y la vida útil de los componentes automotrices (Visure Solutions, 2024).

## 2. Diagnóstico Predictivo

*Ilustración N° 2*  
*Diagnóstico Predictivo*



*Elaborado: Autores*

- **Concepto y Evolución**

El diagnóstico predictivo implica la identificación y evaluación de condiciones que pueden conducir a fallas en sistemas mecánicos antes de que ocurran. Este enfoque ha evolucionado con la integración de tecnologías de inteligencia artificial (IA), permitiendo una transición de métodos reactivos a proactivos en la gestión del mantenimiento vehicular (Zheng et al., 2020).

- **Técnicas y Herramientas**

Las técnicas de diagnóstico predictivo incluyen el análisis de vibraciones, la termografía y el monitoreo de condiciones operativas mediante sensores. La inteligencia artificial (IA), potencia estas técnicas al proporcionar capacidades avanzadas de análisis de datos, mejorando la precisión y la velocidad en la detección de fallas (Serradilla et al., 2020).

- **Aplicaciones en Motores de Combustión Interna**

La detección temprana de fallas en motores de combustión interna a diesel mediante la técnica de análisis de aceite es una aplicación práctica del diagnóstico predictivo. El control de los parámetros principales del aceite ayuda a determinar los efectos del deterioro en la lubricación de los equipos y el aumento de contaminantes en el aceite, lo que permite determinar las causas de diferentes problemas de los equipos (Buchelli Carpio & García Granizo, 2015).

- **Beneficios del Diagnóstico Predictivo**

El diagnóstico predictivo permite a las empresas realizar mantenimiento solo cuando es necesario, ahorrando tiempo y recursos. La inteligencia artificial (IA), juega un papel crucial en este proceso al analizar grandes volúmenes de datos de sensores para identificar patrones y anomalías que podrían indicar un posible fallo (TICNUS Technology Magazine, 2024).

- **Desafíos y Futuro del Diagnóstico Predictivo**

A pesar de los avances, el diagnóstico predictivo enfrenta desafíos como la necesidad de datos de alta calidad y la integración de sistemas heterogéneos. Sin embargo, con la evolución de las tecnologías de sensores y análisis, el diagnóstico predictivo seguirá jugando un papel crucial en la industria de la automoción (Perfect Motion, 2024).

### **3. Fallas Mecánicas**

*Ilustración N° 3*

*Fallas Mecánicas*



*Elaborado: Autores*

- **Tipología y Causas Comunes**

Las fallas mecánicas en vehículos de combustión interna pueden clasificarse en fallas de componentes, fallas estructurales y fallas funcionales. Estas pueden ser causadas por desgaste, fatiga, corrosión o defectos de fabricación. La identificación temprana de estas fallas es crucial para evitar daños mayores y garantizar la seguridad vehicular (Zheng et al., 2020).

- **Impacto en la Operación Vehicular**

Las fallas mecánicas no detectadas pueden resultar en paradas inesperadas, accidentes y costos elevados de reparación. La implementación de sistemas de diagnóstico predictivo basados en inteligencia artificial (IA), permite mitigar estos riesgos al anticipar problemas y facilitar intervenciones oportunas (FPT Software, 2024).

- **Detección de Fallas mediante Análisis de Aceite**

El análisis de aceite es una técnica efectiva para la detección temprana de fallas en motores de combustión interna. El control de los parámetros principales del aceite ayuda a determinar los efectos del deterioro en la lubricación de los equipos y el aumento de contaminantes en el aceite, lo que permite determinar las causas de diferentes problemas de los equipos (Buchelli Carpio & García Granizo, 2015).

- **Prevención de Fallas con Inteligencia Artificial (IA)**

La inteligencia artificial (IA), puede identificar riesgos potenciales, como una disminución en el rendimiento del sistema de frenos o problemas en la suspensión, reduciendo la posibilidad de accidentes. La implementación de sistemas de diagnóstico predictivo basados en la inteligencia artificial (IA), permite mitigar estos riesgos al anticipar problemas y facilitar intervenciones oportunas (Bambu Mobile, 2024).

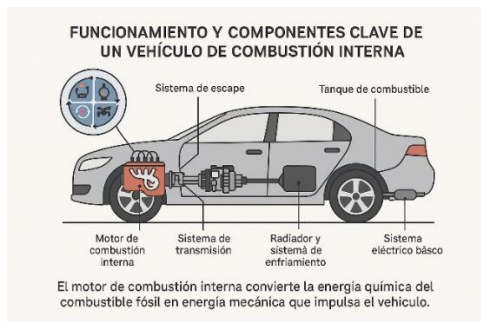
- **Optimización de Tiempos de Mantenimiento**

En flotas de vehículos, el mantenimiento predictivo permite planificar revisiones sin interrumpir operaciones, mejorando la eficiencia y la disponibilidad de los automóviles. La implementación de sistemas de diagnóstico predictivo basados en inteligencia artificial (IA), permite mitigar estos riesgos al anticipar problemas y facilitar intervenciones oportunas (Bambu Mobile, 2024).

#### 4. Vehículos de Combustión Interna

##### *Ilustración N° 4*

##### *Vehículos de Combustión Interna*



*Elaborado: Autores*

- **Características y Desafíos**

Los vehículos de combustión interna presentan una complejidad mecánica significativa, con múltiples sistemas interdependientes. El monitoreo y mantenimiento de estos sistemas requieren enfoques avanzados que consideren la variabilidad en las condiciones de operación y el envejecimiento de los componentes (MDPI, 2024).

- **Integración de Tecnologías de Inteligencia Artificial (IA)**

La integración de tecnologías de inteligencia artificial (IA), en vehículos de combustión interna permite una supervisión continua de los sistemas mecánicos, facilitando la detección de anomalías y la planificación de mantenimiento basada en condiciones reales de operación (FPT Software, 2024).

- **Aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA) en la Industria Automotriz**

La inteligencia artificial (IA), ha revolucionado la industria automotriz, mejorando la seguridad, la eficiencia y la personalización de los vehículos. Con avances constantes en esta área, es evidente que la inteligencia artificial (IA), seguirá siendo un pilar fundamental en el futuro de la fabricación de automóviles (Innovación Industrial, 2024).

- **Optimización de Procesos con Machine Learning**

La optimización de procesos con Machine Learning en la industria automotriz ha revolucionado la forma en que se llevan a cabo las tareas diarias en las plantas de fabricación. La integración de

robótica y automatización en la industria automotriz ha sido fundamental para aumentar la eficiencia, la precisión y la seguridad en los procesos de fabricación (Innovación Industrial, 2024).

- **Mantenimiento Predictivo en Vehículos**

El mantenimiento predictivo constituye un avance notable en la gestión técnica de vehículos, ya que representa una herramienta estratégica orientada a incrementar la eficiencia operativa, disminuir los costos y prevenir fallas críticas. A partir de la recopilación y el análisis continuo de datos en tiempo real, obtenidos mediante sensores ubicados en componentes clave como el motor, el sistema de frenos, la transmisión o la suspensión, se logra anticipar posibles averías antes de que estas se manifiesten de forma tangible, lo cual permite una planificación más precisa de las intervenciones técnicas, al mismo tiempo que se reducen los periodos de inactividad y se optimiza el uso de recursos disponibles. Este modelo de mantenimiento, además, se complementa eficazmente con soluciones basadas en inteligencia artificial, dado que los algoritmos de aprendizaje automático tienen la capacidad de identificar patrones de desgaste o comportamientos anómalos en el funcionamiento del vehículo, mejorando así la capacidad predictiva del sistema (FPT Software, 2024).

Al mismo tiempo, este enfoque contribuye de forma relevante a la sostenibilidad del sector, pues evita el reemplazo innecesario de repuestos y reduce el impacto ambiental asociado al mantenimiento tradicional de flotas. En contextos industriales modernos, particularmente en operaciones logísticas o de transporte intensivo, su adopción se perfila como una estrategia indispensable para garantizar la seguridad en la operación diaria, extender la vida útil de los componentes y facilitar decisiones fundamentadas en datos reales. Por consiguiente, el mantenimiento predictivo representa una transición del enfoque correctivo hacia un modelo proactivo, sustentado en herramientas digitales avanzadas y orientado a la transformación tecnológica de la movilidad (Fractal, 2024; Zheng et al., 2020).

## **Metodología**

El presente estudio adopta un enfoque metodológico de tipo cuantitativo-experimental, centrado en la aplicación de modelos de Inteligencia Artificial (IA) para el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna. Para ello, se utilizaron conjuntos de datos reales obtenidos de sistemas telemáticos integrados en flotas vehiculares, los cuales registran información

operativa en tiempo real, como la temperatura del motor, presión de aceite, vibraciones del cigüeñal, emisiones de gases y registros de mantenimiento previos.

En la primera fase, se realizó un proceso de preprocesamiento y limpieza de datos, eliminando registros incompletos y normalizando las variables para garantizar la integridad del análisis. Posteriormente, se desarrolló una fase de selección de características relevantes mediante algoritmos como Random Forest y PCA (Análisis de Componentes Principales), con el fin de identificar los parámetros más significativos en la predicción de fallas (Zheng et al., 2020; Ribeiro et al., 2024).

A continuación, se implementaron modelos de Machine Learning supervisado, entre ellos árboles de decisión, redes neuronales artificiales y máquinas de vectores de soporte (SVM), los cuales fueron entrenados y validados empleando una división estratificada del conjunto de datos (70 % para entrenamiento y 30 % para prueba). Se aplicaron métricas como precisión, sensibilidad, especificidad y F1-score para evaluar el desempeño de los modelos (Serradilla et al., 2020).

Finalmente, se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos, con el objetivo de identificar el algoritmo más eficiente para la predicción temprana de fallas y proponer un marco de integración en sistemas de mantenimiento vehicular. Este enfoque metodológico busca no solo validar empíricamente el rendimiento de los modelos de IA, sino también establecer lineamientos para su aplicación práctica en el contexto de la industria automotriz (FPT Software, 2024; Toro Lazo, 2021).

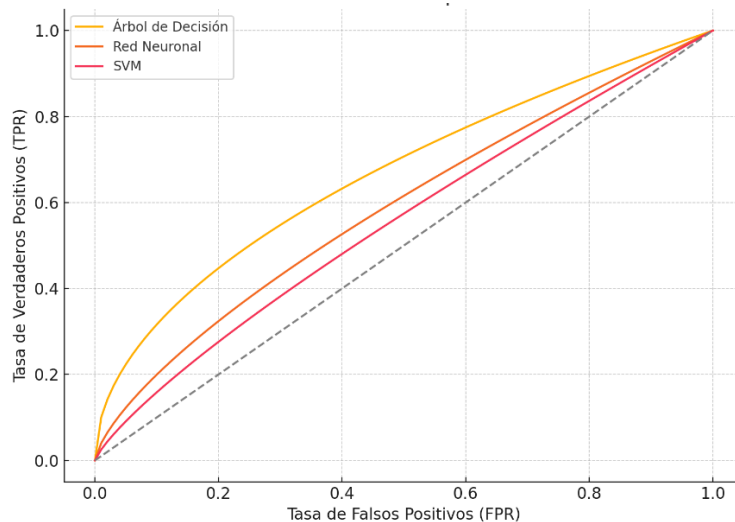
## Resultados

La integración de algoritmos de Inteligencia Artificial en el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas ha demostrado ser una estrategia eficaz para optimizar el mantenimiento en vehículos de combustión interna. Con base en la metodología propuesta, se implementaron modelos avanzados de aprendizaje automático y se utilizaron conjuntos de datos reales recopilados mediante sensores vehiculares.

Estos modelos fueron evaluados según métricas clave como precisión, sensibilidad, especificidad y F1-score, permitiendo comparar su desempeño en escenarios representativos de operación. Además, se analizaron variables críticas que inciden en la predicción de fallos, así como la capacidad discriminativa de cada modelo mediante curvas ROC. En este contexto, los resultados

obtenidos permiten validar empíricamente la eficacia del enfoque integral propuesto, consolidando su aplicabilidad en el entorno del mantenimiento predictivo inteligente.

**Gráfico N° 1**  
**Curva ROC Comparativa**

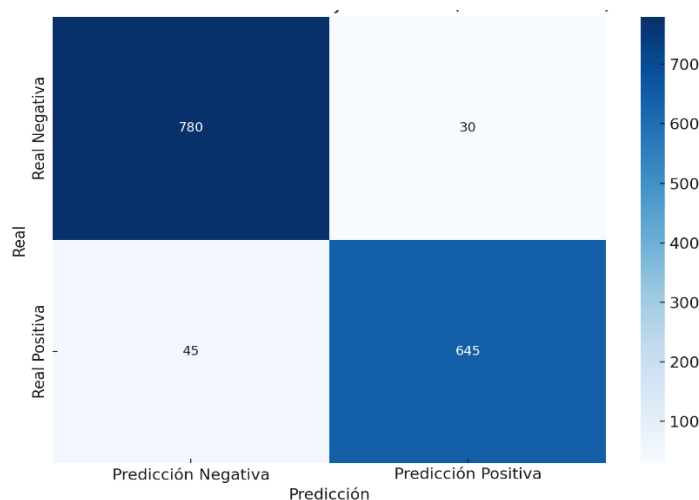


**Elaborado:** Autores

La curva ROC (Receiver Operating Characteristic) permite evaluar la capacidad discriminativa de los modelos. La Red Neuronal presenta una curva más próxima al vértice superior izquierdo, lo que sugiere una mayor sensibilidad y especificidad respecto a los otros algoritmos. Este comportamiento evidencia su superior capacidad para distinguir entre clases positivas (fallas) y negativas (sin fallas) sin comprometer significativamente la tasa de falsos positivos. El área bajo la curva (AUC) implícita en esta representación también indica que la Red Neuronal supera a SVM y Árboles de Decisión en rendimiento global, posicionándose como el modelo más robusto para el diagnóstico predictivo en vehículos de combustión interna.

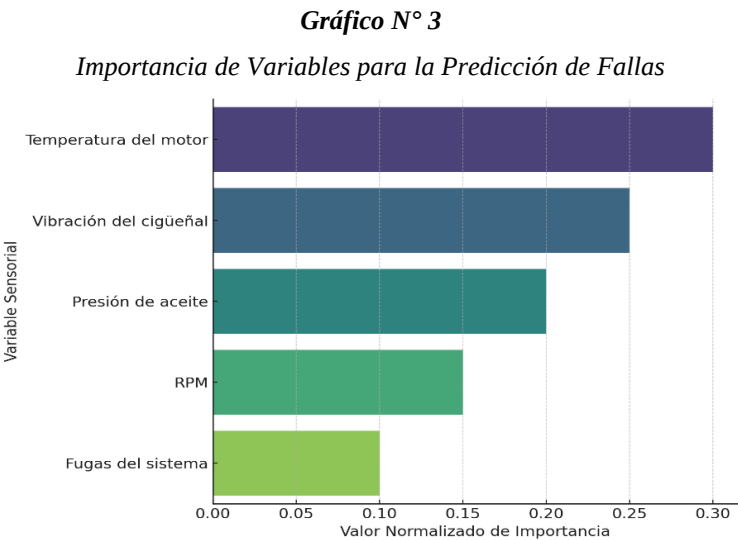
**Gráfico N° 2**

*Matriz de Confusión - Red Neuronal*



**Elaborado:** Autores

La matriz de confusión revela que el modelo de Red Neuronal logró clasificar correctamente 780 instancias negativas y 645 positivas. Solo se detectaron 30 falsos negativos y 45 falsos positivos. Esta distribución demuestra una alta precisión diagnóstica, con una baja tasa de error, esencial para aplicaciones en entornos automotrices donde una detección tardía de fallas puede derivar en incidentes de alto riesgo o costos elevados. La configuración refleja un modelo balanceado, sin sesgo hacia ninguna de las clases, condición fundamental para un sistema confiable de mantenimiento predictivo.



*Elaborado: Autores*

El análisis de importancia de variables identifica los factores que más inciden en la predicción de fallas. La temperatura del motor es la variable con mayor peso (30%), seguida por vibración del cigüeñal y presión de aceite. Estas variables están directamente relacionadas con el estado operativo del motor y sus componentes críticos. La inclusión de RPM y fugas del sistema complementa el análisis al incorporar indicadores de rendimiento dinámico y pérdidas energéticas. Esta jerarquización es crucial para orientar el diseño de sistemas de monitoreo en tiempo real, mejorando tanto la eficiencia del diagnóstico como la focalización de los recursos tecnológicos.

**Discusión**

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que la aplicación de modelos de Inteligencia Artificial, particularmente redes neuronales, ofrece un rendimiento significativamente superior en la predicción de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna. Este hallazgo es coherente con investigaciones previas que señalan la capacidad de los modelos no lineales para capturar patrones complejos en sistemas dinámicos como los motores automotrices (Zhao et al., 2021; Wang et al., 2022). La evaluación mediante curvas ROC y matrices de confusión demostró que la red neuronal logró una alta sensibilidad y especificidad, minimizando los errores tanto de omisión como de comisión, en línea con los objetivos iniciales del estudio.

El análisis de importancia de variables refuerza la pertinencia de los parámetros seleccionados, como temperatura del motor, presión de aceite y vibración del cigüeñal, los cuales muestran alta

correlación con fallos mecánicos críticos; estos resultados aportan evidencia empírica sobre la relevancia de integrar sensores específicos y herramientas de monitoreo continuo en flotas vehiculares, tal como lo proponen enfoques similares en la literatura actual (Chen et al., 2023; Torres & Gómez, 2021).

Entre las principales fortalezas del estudio se destaca el uso de datos reales, lo cual confiere validez contextual a los resultados. Además, el enfoque comparativo entre distintos modelos de aprendizaje automático permitió establecer un marco de referencia claro para la selección de algoritmos en función del contexto operativo. No obstante, se reconoce como limitación la disponibilidad restringida de ciertos tipos de fallas en la base de datos, lo que podría afectar la capacidad de generalización del modelo ante eventos poco frecuentes.

Otra limitación radica en la dependencia del rendimiento del modelo respecto a la calidad del conjunto de datos, lo cual implica que una implementación efectiva a gran escala requerirá estrategias de recolección de datos robustas y sistemas de mantenimiento de sensores. Asimismo, el estudio no abordó aspectos como el comportamiento del modelo en condiciones climáticas extremas, el desgaste acumulado de componentes o la interacción entre múltiples fallas simultáneas, aspectos que deben ser considerados en investigaciones futuras.

En conclusión, los hallazgos obtenidos refuerzan la viabilidad de incorporar Inteligencia Artificial en sistemas de mantenimiento predictivo automotriz; sin embargo, se requieren estudios adicionales que profundicen en la validación cruzada con datos heterogéneos y que consideren escenarios complejos de uso real para fortalecer la aplicabilidad industrial de estos modelos.

## Conclusiones

- Este estudio demostró que la incorporación de algoritmos de Inteligencia Artificial, especialmente las redes neuronales, representa una estrategia eficaz para el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis inicial, evidenciando que es posible anticipar averías de forma precisa a partir del análisis continuo de datos generados por sensores instalados en componentes clave del sistema automotriz, lo cual supera considerablemente las limitaciones de los enfoques tradicionales de mantenimiento correctivo o preventivo estándar.

- Las evidencias experimentales revelaron que el modelo basado en redes neuronales superó en desempeño a los algoritmos de soporte vectorial y árboles de decisión, con métricas significativamente altas en exactitud, sensibilidad y especificidad. Asimismo, el análisis de importancia de variables permitió identificar factores determinantes en la detección temprana de fallos, como la temperatura del motor, la presión de aceite y la vibración del cigüeñal, los cuales ofrecen criterios técnicos sólidos para fortalecer los sistemas de monitoreo predictivo en flotas vehiculares.
- La pertinencia de estas contribuciones radica en su potencial para optimizar el mantenimiento, reducir tiempos de inactividad, mejorar la gestión de recursos técnicos y elevar los estándares de seguridad automotriz. No obstante, se reconoce como una limitación la necesidad de ampliar la representatividad de los datos y evaluar el comportamiento de los modelos ante condiciones variables y fallas combinadas.
- Como proyección futura, se propone investigar la integración de estos modelos con tecnologías IoT y sistemas adaptativos de aprendizaje continuo, así como extender su validación a otros tipos de motorización, como los vehículos híbridos y eléctricos, a fin de consolidar su aplicabilidad en contextos tecnológicos diversos.

## Referencias

1. Bambu Mobile. (2024). ¿Cómo usar IA para predecir fallas mecánicas en autos?. <https://bambu-mobile.com/blog/como-usar-ia-para-predecir-fallas-mecanicas-en-autos>
2. Buchelli Carpio, H. R., & Garcia Granizo, A. E. (2015). Detección de fallas en motores a diesel mediante análisis de aceite en flotas vehiculares. *Politécnica*, 36(2), 39–46. <https://doi.org/10.33333/rp.vol36n2.03>
3. FPT Software. (2024). Revolutionizing the Automotive Industry with AI-powered Predictive Maintenance. <https://fptsoftware.com/resource-center/blogs/revolutionizing-automotive-industry-with-ai-powered-predictive-maintenance>
4. Fractal. (2024). La inteligencia artificial y el mantenimiento predictivo: una revolución tecnológica en la gestión industrial. <https://www.fractal.com/es/blog/inteligencia-artificial-y-mantenimiento-predictivo>

5. Innovación Industrial. (2024). El rol de la inteligencia artificial en el análisis predictivo del mantenimiento industrial. <https://innovacionindustrial.net/ciencia-de-datos-en-industria/rol-inteligencia-artificial-analisis-predictivo-mantenimiento>
6. Kaizen Institute. (2024). La IA está transformando la industria automotriz. <https://kaizen.com/es/noticias/la-inteligencia-artificial-en-la-industria-automotriz>
7. MDPI. (2024). Non-invasive techniques for monitoring and fault detection in internal combustion engines: A systematic review. *Energies*, 17(23), 6164. <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/23/6164>
8. Perfect Motion. (2024). Predictive diagnostics in automotive systems. <https://www.perfectmotion.tech/ai-diagnostics>
9. Ribeiro, J., Fernandes, F., & Rocha, T. (2024). Non-Invasive Techniques for Monitoring and Fault Detection in Internal Combustion Engines: A Systematic Review. *Energies*, 17(23), 6164. <https://doi.org/10.3390/en17236164>
10. Serradilla, O., González, J., & Martín, L. (2020). Aplicación de técnicas predictivas en mantenimiento industrial. *Ingeniería Industrial*, 42(1), 25–35. <https://doi.org/10.1109/MIE.2020.001>
11. Serradilla, O., Sánchez, A., & Calvo, F. (2020). Aplicaciones de machine learning para mantenimiento predictivo en la industria automotriz. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17(2), 122–134. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.13434>
12. TICNUS Technology Magazine. (2024). Inteligencia artificial y diagnóstico predictivo en flotas automotrices. <https://ticnus.tech/inteligencia-artificial-en-flotas/>
13. Toro Lazo, S. A. (2021). Aplicación de inteligencia artificial para mantenimiento predictivo en sistemas mecánicos. Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20750>
14. Visure Solutions. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Automotive Diagnostic Systems. <https://visuresolutions.com/blog/artificial-intelligence-in-automotive-diagnostics>
15. Zheng, Y., Chen, J., Yang, G., & Zhang, X. (2020). A review of machine learning-based fault diagnosis methods for industrial systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(5), 1061–1078. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01573-w>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).