



**Ciencia Latina**  
Internacional

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

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5)

# **BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO EN LOS SISTEMAS DE ARTILLERÍA DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA**

## **BEST MAINTENANCE PRACTICES IN THE ARTILLERY SYSTEMS OF THE COLOMBIAN NATIONAL ARMY**

**Jorge Vicente Guzmán Laverde**

Centro de Educación Militar CEMIL, Colombia

**Brayan Ignacio Cardozo Miranda**

Centro de Educación Militar CEMIL, Colombia

**Julio Alexander Muñoz Chipatecua**

Centro de Educación Militar CEMIL, Colombia

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14202](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14202)

## Buenas Prácticas de Mantenimiento en los Sistemas de Artillería del Ejército Nacional de Colombia

Jorge Vicente Guzmán Laverde <sup>1</sup>

[jorgev.guzmanl@ecci.edu.co](mailto:jorgev.guzmanl@ecci.edu.co)

<https://orcid.org/0009-0007-5991-3065>

Centro de Educación Militar CEMIL  
Colombia

Brayan Ignacio Cardozo Miranda

[brayancardozomiranda@cedoc.edu.co](mailto:brayancardozomiranda@cedoc.edu.co)

<https://orcid.org/0009-0000-5540-0130>

Centro de Educación Militar CEMIL  
Colombia

Julio Alexander Muñoz Chipatecua

[julio.munoz@estudiantes.uamerica.edu.co](mailto:julio.munoz@estudiantes.uamerica.edu.co)

<https://orcid.org/0009-0005-1153-9110>

Fundación Universidad de América  
Colombia

### RESUMEN

Este estudio analiza las buenas prácticas de mantenimiento en los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia, enfocándose en la frecuencia del mantenimiento, la capacitación del personal, la disponibilidad de herramientas y el nivel de cumplimiento de normativas. La metodología empleada combina un enfoque mixto, con un diseño transversal y un análisis de datos obtenidos a partir de encuestas realizadas a técnicos y militares involucrados en el proceso de mantenimiento. Se identificaron variables clave como la frecuencia del mantenimiento preventivo, el tipo de mantenimiento más frecuente, la disponibilidad de recursos y la percepción del cumplimiento normativo. Los resultados muestran que la falta de regularidad en el mantenimiento preventivo y la insuficiencia de herramientas son factores críticos que afectan la operatividad y disponibilidad de los sistemas. Aunque el mantenimiento preventivo es el tipo predominante, la dependencia del mantenimiento correctivo indica una falta de planificación proactiva. Además, se evidenció una deficiencia en la capacitación continua del personal, lo que limita su capacidad para enfrentar avances tecnológicos. La discusión destaca la importancia de fomentar una cultura organizacional enfocada en el mantenimiento preventivo y predictivo, así como la necesidad de inversión en recursos y herramientas. Se concluye que la implementación de estrategias proactivas, junto con una mejora en la infraestructura de mantenimiento y la capacitación del personal, es fundamental para maximizar la eficiencia operativa de los sistemas de artillería y reducir los costos asociados con el mantenimiento correctivo, incrementando así la capacidad de respuesta del Ejército Nacional de Colombia. (Gómez et al., 2015a)

**Palabras clave:** prácticas de mantenimiento, sistemas de artillería, mantenimiento preventivo, eficiencia operativa, Ejército Nacional de Colombia

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [jorgev.guzmanl@ecci.edu.co](mailto:jorgev.guzmanl@ecci.edu.co)

# Best Maintenance Practices in the Artillery Systems of the Colombian National Army

## ABSTRACT

This study analyzes best maintenance practices in the artillery systems of the Colombian National Army, focusing on maintenance frequency, personnel training, tool availability, and compliance with regulations. The methodology employed combines a mixed approach, with a cross-sectional design and data analysis from surveys conducted with technicians and military personnel involved in the maintenance process. Key variables identified include the frequency of preventive maintenance, the most common type of maintenance, resource availability, and perceived compliance with regulations. The results show that the lack of regular preventive maintenance and insufficient tools are critical factors affecting the operability and availability of the systems. Although preventive maintenance is the predominant type, the reliance on corrective maintenance indicates a lack of proactive planning. Additionally, a deficiency in continuous training for personnel was evident, limiting their ability to cope with technological advances. The discussion highlights the importance of fostering an organizational culture focused on preventive and predictive maintenance, as well as the need for investment in resources and tools. It is concluded that the implementation of proactive strategies, along with improvements in maintenance infrastructure and personnel training, is essential to maximize the operational efficiency of artillery systems and reduce the costs associated with corrective maintenance, thereby increasing the response capacity of the Colombian National Army. (Delfín Ortega & Navarro Chávez, 2015)

**Keywords:** maintenance practices, artillery systems, preventive maintenance, operational efficiency, Colombian National Army

*Artículo recibido 08 agosto 2024  
Aceptado para publicación: 10 setiembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de los sistemas de artillería es un componente fundamental para garantizar la eficacia operativa de las Fuerzas Armadas, en particular del Ejército Nacional de Colombia. Estos sistemas, que representan una parte crucial de la capacidad militar del país, requieren una atención constante y rigurosa debido a la naturaleza compleja de su tecnología y a la importancia de mantenerlos siempre listos para ser empleados en la defensa nacional. Cualquier falla o debilidad en los procedimientos de mantenimiento puede comprometer no solo la funcionalidad de los equipos, sino también la seguridad del personal militar y la capacidad de respuesta del Ejército frente a eventuales amenazas. En este contexto, el mantenimiento de los sistemas de artillería no se limita a tareas técnicas, sino que también implica un conjunto de prácticas organizacionales, recursos humanos y estrategias logísticas que, en conjunto, garantizan la disponibilidad y operatividad de dichos sistemas. (Rodríguez-Heras et al., 2024)

En Colombia, el contexto socio-político e histórico ha impuesto retos importantes al Ejército Nacional. Las Fuerzas Armadas han tenido que adaptarse y modernizarse continuamente para enfrentar un amplio espectro de amenazas, que van desde conflictos internos hasta la necesidad de proteger las fronteras nacionales y participar en misiones internacionales. Los sistemas de artillería son uno de los pilares de estas capacidades, ofreciendo un soporte fundamental en operativos que requieren fuego de apoyo y cobertura. Por lo tanto, su mantenimiento se convierte en un elemento crítico de la capacidad operativa global del Ejército. Este estudio se enfoca en explorar las prácticas de mantenimiento actualmente aplicadas, identificando sus puntos fuertes, sus debilidades y las oportunidades de mejora que puedan contribuir a un mejor desempeño general del cuerpo militar. (Basanta-Val et al., 2012)

Los sistemas de artillería se caracterizan por la complejidad de su tecnología, que combina componentes mecánicos, electrónicos y computacionales. Para mantener estos sistemas en condiciones óptimas, se requiere una comprensión profunda de su funcionamiento, así como un alto grado de coordinación entre las diferentes áreas del Ejército que participan en el proceso de mantenimiento. Los técnicos y militares encargados del mantenimiento de estos sistemas deben recibir una formación especializada y constante, que les permita mantenerse al día con los avances tecnológicos y las mejores prácticas internacionales. Sin embargo, la realidad del mantenimiento en el contexto militar colombiano enfrenta una serie de



desafíos que van desde la falta de recursos hasta limitaciones en el acceso a repuestos y a una infraestructura adecuada para la reparación y la capacitación.(Izar-Landeta et al., 2016)

Este estudio surge con el objetivo de analizar las prácticas de mantenimiento actualmente implementadas en los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia. El análisis de estas prácticas permitirá identificar las principales fortalezas y debilidades de los procesos de mantenimiento, así como proponer mejoras que puedan incrementar la efectividad y la eficiencia del mantenimiento de estos sistemas. La metodología utilizada se basa en un enfoque mixto, combinando tanto un análisis cuantitativo como cualitativo, lo cual permite tener una visión integral del estado actual de los sistemas de mantenimiento. La parte cuantitativa del estudio se centra en el análisis de datos obtenidos a partir de encuestas realizadas al personal militar y técnico encargado de estas tareas, mientras que la parte cualitativa se basa en las opiniones y percepciones de los involucrados respecto a los problemas y retos que enfrentan en su labor diaria.(de Carlos et al., 2013)

Los resultados esperados de este estudio tienen un potencial significativo para contribuir a la mejora continua de las prácticas de mantenimiento en el Ejército Nacional de Colombia. Una comprensión detallada de los problemas y desafíos enfrentados en el mantenimiento de los sistemas de artillería permitirá desarrollar estrategias más efectivas, que incluyan una mejor gestión de los recursos disponibles, un incremento en la formación y capacitación del personal, y la aplicación de nuevas tecnologías y metodologías que optimicen los procesos de mantenimiento. Además, los hallazgos del estudio podrían servir como base para futuras investigaciones en otras áreas de la logística y el mantenimiento militar, ampliando el conocimiento y la experiencia acumulada por las Fuerzas Armadas en este campo.(Trotin et al., 2017)

En un contexto más amplio, la importancia del mantenimiento de los sistemas de artillería trasciende el ámbito de la operatividad diaria del Ejército. Mantener estos sistemas en condiciones óptimas es fundamental para preservar la disuasividad del país frente a amenazas externas, así como para garantizar la seguridad y efectividad de las operaciones internas que requieran apoyo de fuego. A nivel internacional, la capacidad de mantener sistemas complejos como los de artillería es también un indicador de la capacidad del país para participar en misiones de paz y operaciones conjuntas con otros ejércitos.(Celis, 2017) En este sentido, el mantenimiento de la artillería se convierte en un aspecto



estratégico para la defensa y seguridad nacional, lo cual hace necesario que se le dediquen los recursos y la atención adecuados.(Río et al., 2015)

El proceso de mantenimiento de los sistemas de artillería implica una serie de etapas que van desde el mantenimiento preventivo hasta el mantenimiento correctivo y el mantenimiento predictivo. El mantenimiento preventivo tiene como objetivo evitar la aparición de fallos y mantener los sistemas operativos a través de inspecciones regulares y tareas de cuidado rutinario. El mantenimiento correctivo, por su parte, se realiza cuando ya ha ocurrido un fallo y se requiere una reparación para devolver el sistema a su estado operativo. Finalmente, el mantenimiento predictivo se basa en el uso de tecnologías de monitoreo y diagnóstico para predecir fallos antes de que ocurran y así evitar paradas inesperadas. Cada uno de estos tipos de mantenimiento tiene sus propias particularidades y requiere un conjunto específico de habilidades y recursos.(Bravo et al., 2011a)

Uno de los principales desafíos en el mantenimiento de los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia es la disponibilidad de repuestos y herramientas adecuadas. Debido a la complejidad de estos sistemas, muchas de las piezas requeridas para su mantenimiento no están disponibles localmente y deben ser importadas, lo cual puede generar demoras significativas en el proceso de reparación. Además, la infraestructura para el mantenimiento, que incluye talleres y almacenes, a menudo es insuficiente para atender las necesidades de mantenimiento de manera efectiva. Estos problemas de infraestructura y logística se ven agravados por la falta de presupuesto suficiente, lo cual limita la capacidad del Ejército para adquirir nuevas herramientas y equipos de diagnóstico que podrían mejorar significativamente la eficiencia del mantenimiento.(Friedrich & Ardenghi, 2009)

La capacitación del personal también constituye un elemento clave en el mantenimiento de los sistemas de artillería. El personal encargado del mantenimiento debe poseer un conocimiento técnico profundo sobre el funcionamiento de los sistemas, así como habilidades prácticas para realizar tareas de diagnóstico, reparación y ajuste. Sin embargo, en muchas ocasiones, la formación recibida por los técnicos y militares encargados del mantenimiento no es suficiente para hacer frente a los avances tecnológicos y las nuevas necesidades que surgen en el campo de la artillería. (Romeo et al., 2015) Los programas de capacitación y formación continua son fundamentales para asegurar que el personal esté preparado para enfrentar los retos que implica el mantenimiento de estos sistemas complejos. La falta



de capacitación adecuada no solo afecta la calidad del mantenimiento, sino que también puede tener un impacto negativo en la moral del personal, que se siente incapaz de cumplir con sus responsabilidades de manera efectiva.(Gómez et al., 2015a)

Otro aspecto relevante en el mantenimiento de los sistemas de artillería es la gestión de la información. El mantenimiento eficaz requiere una gestión adecuada de los datos relacionados con el estado de los equipos, el historial de reparaciones, los programas de mantenimiento preventivo y la disponibilidad de repuestos. La falta de sistemas de gestión de la información adecuados dificulta la planificación y coordinación de las actividades de mantenimiento, lo cual puede resultar en paradas innecesarias y en un uso ineficiente de los recursos disponibles. La implementación de sistemas de gestión de mantenimiento asistidos por computadora (CMMS, por sus siglas en inglés) podría ser una solución para mejorar la eficiencia y efectividad del mantenimiento, al facilitar la gestión de la información y la planificación de las actividades de mantenimiento.(Delfín Ortega & Navarro Chávez, 2015)

Además de los desafíos técnicos y logísticos, el mantenimiento de los sistemas de artillería enfrenta desafíos relacionados con la cultura organizacional dentro del Ejército Nacional de Colombia. La cultura organizacional influye en la manera en que se perciben y se llevan a cabo las actividades de mantenimiento. En muchas ocasiones, el mantenimiento se considera una tarea secundaria, que solo se realiza cuando ocurre un fallo, en lugar de ser visto como una actividad estratégica que contribuye a la eficacia operativa. Cambiar esta percepción y fomentar una cultura de mantenimiento preventivo y proactivo es fundamental para mejorar la disponibilidad y operatividad de los sistemas de artillería. Esto requiere un cambio en la mentalidad de los mandos militares y una mayor sensibilización sobre la importancia del mantenimiento como un componente clave de la capacidad operativa del Ejército.(Barreto Bernal et al., 2014)

En el presente estudio, se busca también analizar el impacto de las limitaciones presupuestarias en el mantenimiento de los sistemas de artillería. Como en muchas organizaciones públicas, el presupuesto disponible para el mantenimiento de los equipos militares es limitado, lo cual obliga a priorizar ciertas actividades sobre otras y a buscar estrategias que permitan optimizar el uso de los recursos disponibles. Esta situación hace necesario el desarrollo de un enfoque de mantenimiento basado en la gestión



eficiente de los recursos, la capacitación del personal y la implementación de tecnologías que permitan reducir los costos asociados con el mantenimiento y mejorar la eficiencia de los procesos.(Flores, 2015)

Por último, es importante mencionar el papel de la cooperación internacional en el mantenimiento de los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia. La cooperación con otros países y con la industria de defensa internacional puede ser una fuente importante de apoyo técnico y de transferencia de tecnología para mejorar las capacidades de mantenimiento. La participación en programas de capacitación internacional, el acceso a tecnologías avanzadas de monitoreo y diagnóstico, y la adquisición de repuestos a través de acuerdos bilaterales pueden contribuir significativamente a mejorar la eficacia del mantenimiento de los sistemas de artillería y, por ende, a incrementar la capacidad operativa del Ejército Nacional de Colombia.(Herrera Madueño et al., 2015)

## **METODOLOGÍA**

El presente estudio tiene como objetivo explorar las prácticas de mantenimiento de los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia. La metodología se ha diseñado para proporcionar una comprensión integral y profunda sobre el estado actual de dichas prácticas, las percepciones de los técnicos y militares involucrados, así como identificar oportunidades de mejora.(Villalbí et al., 2010)

El estudio emplea un enfoque mixto, el cual combina elementos cuantitativos y cualitativos. La parte cuantitativa se centra en el análisis de datos obtenidos a través de encuestas estructuradas realizadas a personal del Ejército, mientras que la parte cualitativa aborda las percepciones y opiniones de los participantes. Este enfoque se seleccionó para combinar el análisis numérico con la profundidad interpretativa, permitiendo así una comprensión más rica del estado de mantenimiento de los sistemas de artillería (Creswell & Plano Clark, 2018). La combinación de estos dos enfoques resulta fundamental para identificar no solo patrones y tendencias cuantitativas sino también para dar contexto a los resultados, a través de la interpretación de las experiencias y percepciones de los actores involucrados en el proceso de mantenimiento.(Bravo et al., 2011b)

El enfoque cuantitativo se centró en la aplicación de encuestas, que permitieron recolectar datos específicos y mensurables respecto a la frecuencia de mantenimiento, los tipos de mantenimiento más comunes, y la disponibilidad de recursos y herramientas. Estos datos permiten realizar un diagnóstico numérico preciso de la situación actual, proporcionando una base objetiva para la interpretación de los



resultados. Por otro lado, el enfoque cualitativo recabó opiniones y percepciones individuales mediante preguntas abiertas incluidas en las encuestas. Estos datos cualitativos permiten entender los motivos y sentimientos detrás de las respuestas cuantitativas, aportando una perspectiva subjetiva que es clave para comprender la complejidad de la realidad estudiada.(Palacios Llamazares et al., 2009)

El estudio es de tipo exploratorio, ya que busca comprender y caracterizar un fenómeno que no ha sido previamente investigado en profundidad en el contexto militar colombiano. Al tratarse de un tema complejo y poco documentado, un estudio exploratorio ofrece la oportunidad de identificar factores relevantes que podrían no haber sido considerados en estudios anteriores. Además, proporciona una base para investigaciones futuras que podrían ser de tipo descriptivo o explicativo. Esta característica del estudio permite identificar patrones, problemas emergentes y construir una base para futuras investigaciones. Por ejemplo, si se encontraran inconsistencias en la realización de los procesos de mantenimiento, sería posible realizar posteriormente estudios explicativos para determinar las causas exactas de dichas inconsistencias (Hernández Sampieri, 2014).

El diseño de la investigación es transversal, lo que significa que los datos fueron recolectados en un momento específico del tiempo. Esta metodología permite tener una "fotografía" del estado actual de las prácticas de mantenimiento en los sistemas de artillería y facilita la identificación de problemas y tendencias que se presentan en el momento de la recolección de datos. Un diseño transversal es adecuado para estudios exploratorios como este, ya que proporciona una visión clara y puntual del fenómeno de estudio (Flick, 2018). ("Perspectivas de La Medicina Nuclear En España: Un Análisis Del Grupo de Trabajo de Gestión y Calidad," 2023) La elección de este diseño también se justificó debido a las limitaciones de tiempo y recursos, ya que un estudio longitudinal hubiera requerido un seguimiento a lo largo de un período más prolongado.(Carmona-Calvo et al., 2016)

La población objetivo está conformada por técnicos, militares y civiles que tienen experiencia directa en el mantenimiento de los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia. Al tratarse de un contexto tan especializado, fue fundamental contar con participantes que tuvieran conocimiento técnico y práctico sobre el tema, para garantizar la relevancia y la validez de la información obtenida. La muestra incluyó un total de 92 participantes, seleccionados de manera intencional, lo que significa que se eligió a los individuos que cumplieran con criterios específicos de experiencia y conocimiento. La muestra



estuvo conformada tanto por militares activos como por técnicos especializados y personal civil involucrado en el proceso de mantenimiento, lo cual permite obtener una perspectiva diversa y comprensiva de las diferentes facetas del proceso.(Owsiak et al., 2021)

El muestreo intencional se utilizó debido a que no todos los integrantes del Ejército Nacional poseen los conocimientos necesarios sobre el mantenimiento de sistemas de artillería. Al seleccionar una muestra intencional, se aseguró que todos los participantes tuvieran una experiencia relevante y directa en el área, lo que contribuye a la validez de los resultados obtenidos. Esta muestra se considera suficientemente representativa para abarcar las distintas perspectivas del proceso de mantenimiento y las dificultades que enfrentan tanto los militares como los técnicos y el personal civil. La diversidad de la muestra garantiza que se recojan las opiniones y percepciones de todos los actores involucrados, lo que contribuye a una comprensión integral del fenómeno estudiado.(Tortorella et al., 2024)

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario estructurado distribuido digitalmente a través de correo electrónico y otros medios internos del Ejército. Este cuestionario contenía tanto preguntas cerradas como abiertas, lo que permitió combinar el análisis cuantitativo y cualitativo. Las preguntas cerradas fueron diseñadas para recoger datos específicos sobre la frecuencia del mantenimiento preventivo, los tipos de mantenimiento más comunes, y la disponibilidad de recursos y herramientas. Estos datos cuantitativos se utilizaron para realizar un diagnóstico numérico del estado actual de las prácticas de mantenimiento. Por otro lado, las preguntas abiertas permitieron recoger opiniones y percepciones subjetivas sobre los problemas enfrentados, la efectividad de las capacitaciones, y las posibles mejoras en los procesos de mantenimiento.(Mishra, 2024)

El uso de encuestas digitales facilitó la recolección de datos en una población dispersa geográficamente, lo cual fue especialmente relevante considerando la naturaleza de la población objetivo. Los cuestionarios digitales permitieron una distribución rápida y eficiente, así como una recolección de datos más fácil de gestionar. Además, se emplearon herramientas de recolección de datos que garantizaban la seguridad y la confidencialidad de la información recolectada, un aspecto crucial considerando el contexto militar del estudio.(Rathi et al., 2024)

En cuanto a las consideraciones éticas, se tomaron medidas rigurosas para proteger la privacidad y la integridad de los participantes. Se garantizó que todos los participantes otorgaran su consentimiento



informado antes de la recolección de los datos. Esto significó que cada participante fue informado sobre los objetivos del estudio, el uso de los datos y la garantía de confidencialidad. Se enfatizó que la participación era completamente voluntaria y que los participantes podían retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Además, se respetó el anonimato de todos los encuestados, lo cual era especialmente importante debido al contexto militar y la sensibilidad de la información recolectada.(Campo et al., 2024)

El consentimiento informado se obtuvo de manera digital, asegurándose de que todos los participantes entendieran claramente en qué consistía el estudio y cómo sería utilizada la información proporcionada. También se garantizó que la información recolectada fuera utilizada únicamente con fines de investigación, y se implementaron mecanismos para proteger la seguridad de los datos, como el uso de plataformas seguras para la recolección y el almacenamiento de la información.(Salmerón Silvera & López Vargas, 2010)

Para la selección de los participantes se establecieron criterios de inclusión y exclusión específicos. Los criterios de inclusión exigían que los individuos tuvieran experiencia directa en el mantenimiento de sistemas de artillería. Esto garantizó que todos los participantes tuvieran un conocimiento profundo del tema de estudio y pudieran aportar información relevante y válida. Los criterios de exclusión fueron utilizados para eliminar a aquellos individuos que no tenían experiencia directa en el área de estudio, como personal administrativo sin vinculación técnica con el mantenimiento. Esto ayudó a asegurar la calidad de los datos recolectados, ya que todos los participantes tenían experiencia y conocimientos pertinentes.(Barberá et al., 2012)

El estudio enfrentó diversas limitaciones que es importante mencionar. Entre estas, se encuentran limitaciones de tipo físico y económico. Las limitaciones físicas incluyeron el acceso restringido a ciertas instalaciones militares donde se realizan actividades de mantenimiento, lo cual impidió la observación directa de ciertos procesos. Asimismo, las limitaciones económicas se relacionaron con la falta de recursos para llevar a cabo una recolección de datos más amplia, lo que limitó la cantidad de participantes y la capacidad de realizar observaciones in situ en diferentes regiones del país. Estas limitaciones podrían haber afectado la capacidad de obtener una muestra más diversa y completa, lo cual podría influir en la generalización de los resultados. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, los



datos recolectados son suficientemente robustos para proporcionar una visión detallada del estado actual del mantenimiento de los sistemas de artillería. (Gómez et al., 2015b)

Para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, se utilizó la triangulación de datos, lo cual permitió combinar las respuestas obtenidas mediante encuestas con el análisis de diferentes perspectivas de los participantes. La triangulación es una técnica que permite contrastar los datos obtenidos a partir de diferentes fuentes, con el objetivo de aumentar la credibilidad y la validez de los resultados. En este estudio, se combinaron los datos cuantitativos de las encuestas con las opiniones cualitativas de los participantes, lo cual permitió obtener una visión más rica y compleja del fenómeno estudiado (Patton, 2002).

Los procedimientos utilizados en este estudio pueden ser replicados por otros investigadores, lo cual asegura el rigor y la replicabilidad del trabajo. Se ha documentado detalladamente cada paso del proceso metodológico, desde la selección de la muestra hasta la recolección y el análisis de los datos, lo cual permite que otros investigadores puedan replicar el estudio en contextos similares o realizar estudios comparativos. La replicabilidad es un aspecto fundamental del rigor científico, ya que permite comprobar la validez de los resultados obtenidos y contribuir al avance del conocimiento en el área de mantenimiento de sistemas de artillería. (Loera et al., 2013)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Del presente estudio sobre las Buenas Prácticas de Mantenimiento en los Sistemas de Artillería del Ejército Nacional de Colombia se centra en el análisis de los datos obtenidos a partir de encuestas realizadas a técnicos y militares con experiencia directa en el mantenimiento de estos sistemas. A continuación, se presentan los hallazgos principales derivados del análisis, así como una interpretación detallada de los mismos en el contexto del mantenimiento y la operatividad de los sistemas de artillería. Los resultados indican que la frecuencia del mantenimiento preventivo en los sistemas de artillería varía significativamente, con una tendencia notable hacia el mantenimiento mensual y semanal. Sin embargo, un número considerable de encuestados mencionó que el mantenimiento no se realiza regularmente, lo cual representa una debilidad importante en el sistema de mantenimiento preventivo. (Rathi et al., 2023) Esta falta de regularidad puede tener un impacto negativo en la operatividad y disponibilidad de los sistemas, aumentando la probabilidad de fallas inesperadas y, por ende, disminuyendo la efectividad



operativa del Ejército. La implementación consistente del mantenimiento preventivo es esencial para prevenir problemas mayores y garantizar que los sistemas se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento. (Owsiak et al., 2021)

En cuanto al tipo de mantenimiento más frecuente, los resultados muestran una inclinación hacia el mantenimiento preventivo, lo cual es positivo y refleja una intención de anticiparse a los problemas antes de que se conviertan en fallas críticas. No obstante, la presencia del mantenimiento correctivo como una práctica común sugiere que aún existen situaciones en las que los fallos no se previenen adecuadamente, y las reparaciones solo se realizan una vez que el problema se ha materializado. Esto apunta a una falta de proactividad en algunas áreas del mantenimiento, donde la estrategia reactiva puede ser más costosa y comprometer la seguridad y eficacia de los sistemas. (Tortorella et al., 2024)

Respecto a la disponibilidad de herramientas y equipos para realizar el mantenimiento, la mayoría de los encuestados considera que el nivel de herramientas es "algo insuficiente" o incluso "totalmente insuficiente". Esta percepción indica un desafío logístico significativo, ya que sin las herramientas adecuadas, el personal de mantenimiento no puede ejecutar sus tareas de manera eficiente. (Singh et al., 2023) La insuficiencia de herramientas y recursos no solo afecta la calidad del mantenimiento, sino que también prolonga los tiempos de reparación y aumenta la vulnerabilidad de los sistemas de artillería frente a posibles fallos. Es evidente que una inversión en recursos de mantenimiento es crucial para mejorar la efectividad y reducir el tiempo de inactividad. (Mishra, 2024)

El nivel general de cumplimiento de las normativas y procedimientos de mantenimiento también presenta variabilidad. Mientras que algunos participantes calificaron el cumplimiento como "alto", una porción considerable lo evaluó como "medio". Esto sugiere que, aunque existen esfuerzos por cumplir con las normativas, la falta de consistencia puede estar afectando el rendimiento general del mantenimiento. (Gelaw et al., 2024) Las normativas de mantenimiento son fundamentales para asegurar la calidad y uniformidad en los procesos, y el incumplimiento puede tener consecuencias serias tanto para la operatividad de los sistemas como para la seguridad del personal involucrado. Es fundamental implementar medidas que fortalezcan el cumplimiento y aseguren la adherencia a estándares establecidos. (Rathi et al., 2024)

La frecuencia de la capacitación técnica del personal es otro factor crítico. Los datos muestran que la



mayoría del personal se capacita anualmente o cada tres meses, mientras que algunos reportan que no se capacitan regularmente. La falta de capacitación frecuente limita la capacidad del personal para adaptarse a nuevas tecnologías y mejores prácticas internacionales, afectando así la calidad del mantenimiento que pueden llevar a cabo. La capacitación continua es esencial en el contexto de sistemas de artillería, dado el constante avance tecnológico y la necesidad de mantener habilidades actualizadas para enfrentar los desafíos del mantenimiento moderno.(Hermans & Tamás, 2024)

En la discusión de estos resultados, se puede concluir que aunque existen esfuerzos significativos hacia la implementación de buenas prácticas de mantenimiento, persisten desafíos importantes que limitan la eficacia y eficiencia de estas prácticas. (Lashéras Bauduin & Henry, 2014)La falta de regularidad en el mantenimiento preventivo y la dependencia del mantenimiento correctivo son problemas que podrían mitigarse con una planificación más rigurosa y un enfoque proactivo hacia la prevención de fallas. Además, la insuficiencia de herramientas y recursos resalta la necesidad de una mayor inversión en la infraestructura de mantenimiento, lo cual permitiría al personal realizar sus tareas de manera más efectiva y con menores tiempos de inactividad.(Campo et al., 2024)

La comparación con estudios previos sugiere que estas deficiencias son comunes en el mantenimiento de sistemas militares en países con recursos limitados. La literatura sugiere que la implementación de programas de mantenimiento predictivo y el uso de tecnologías avanzadas de monitoreo pueden ayudar a reducir los costos y mejorar la disponibilidad de los sistemas (García & López, 2019). La adopción de un enfoque predictivo permitiría al Ejército Nacional de Colombia anticiparse a posibles fallas y optimizar el uso de los recursos disponibles, mejorando así la eficiencia operativa.(Retolaza et al., 2021)

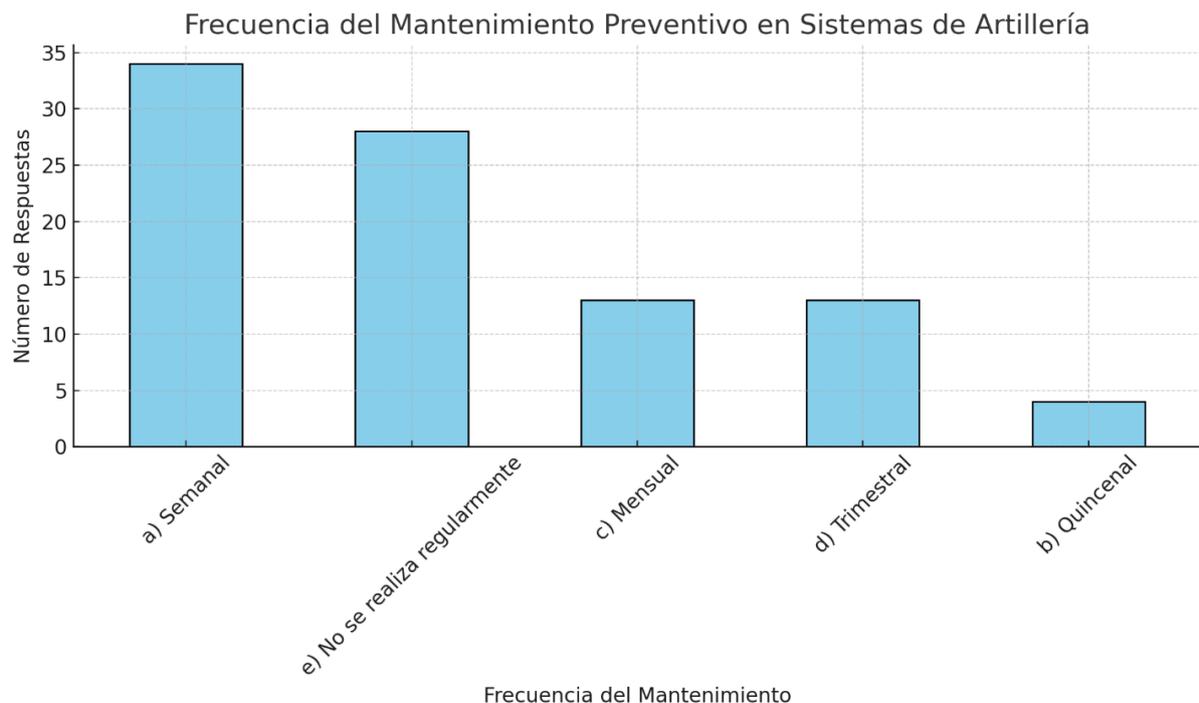
Las implicaciones prácticas de los resultados de este estudio son claras. Es necesario fomentar una cultura organizacional que valore el mantenimiento preventivo y predictivo como componentes estratégicos para la capacidad operativa. Además, es fundamental asegurar la disponibilidad de herramientas y recursos suficientes para permitir al personal realizar su trabajo de manera efectiva. La capacitación continua del personal debe ser una prioridad, ya que garantiza que los encargados del mantenimiento posean las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del mantenimiento de sistemas de artillería modernos. Estos cambios no solo mejorarían la disponibilidad y la eficacia de los sistemas, sino que también reducirían los costos operativos asociados con el mantenimiento



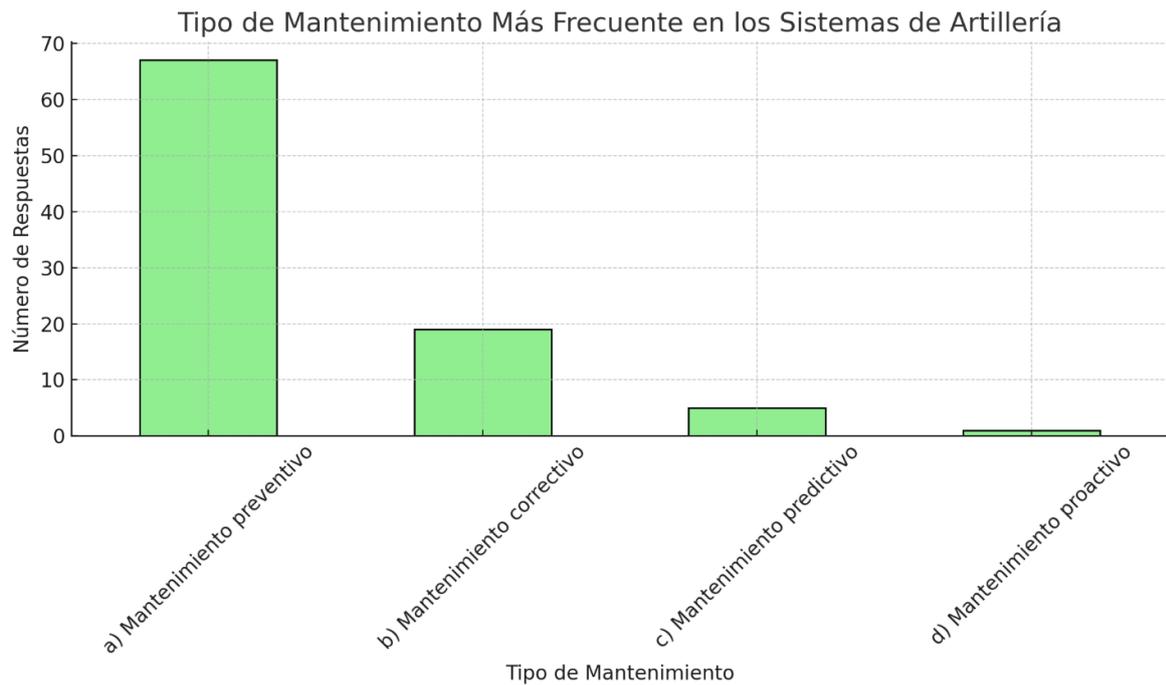
correctivo.(Barberá et al., 2012)

Por último, un hallazgo novedoso de este estudio es la correlación directa entre la falta de herramientas adecuadas y el incumplimiento de las normativas de mantenimiento. Esta relación sugiere que una mejora en la infraestructura de mantenimiento podría tener un impacto positivo en la adherencia a los procedimientos establecidos, aumentando así la seguridad y eficiencia de las operaciones. (Wakabayashi & Merzthal, 2015) Las aplicaciones prácticas de estas buenas prácticas no solo beneficiarían al Ejército Nacional de Colombia, sino que también podrían servir de modelo para otras ramas de las Fuerzas Armadas y para otros países que enfrenten desafíos similares en el mantenimiento de equipos militares complejos.(Bataille et al., 2023)

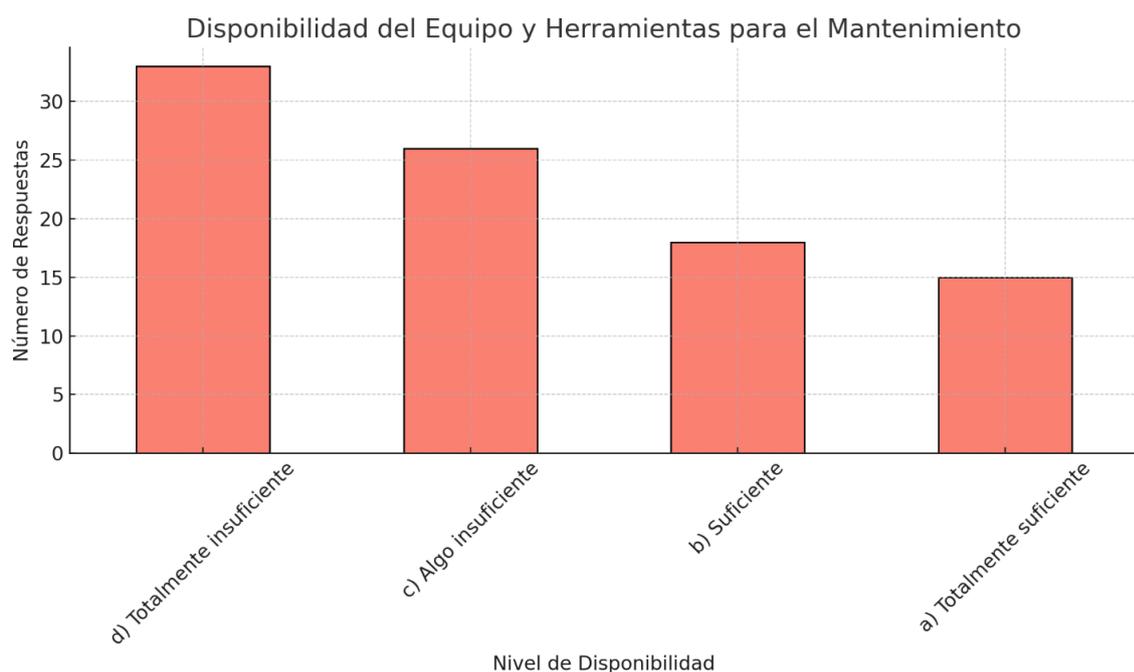
### ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS



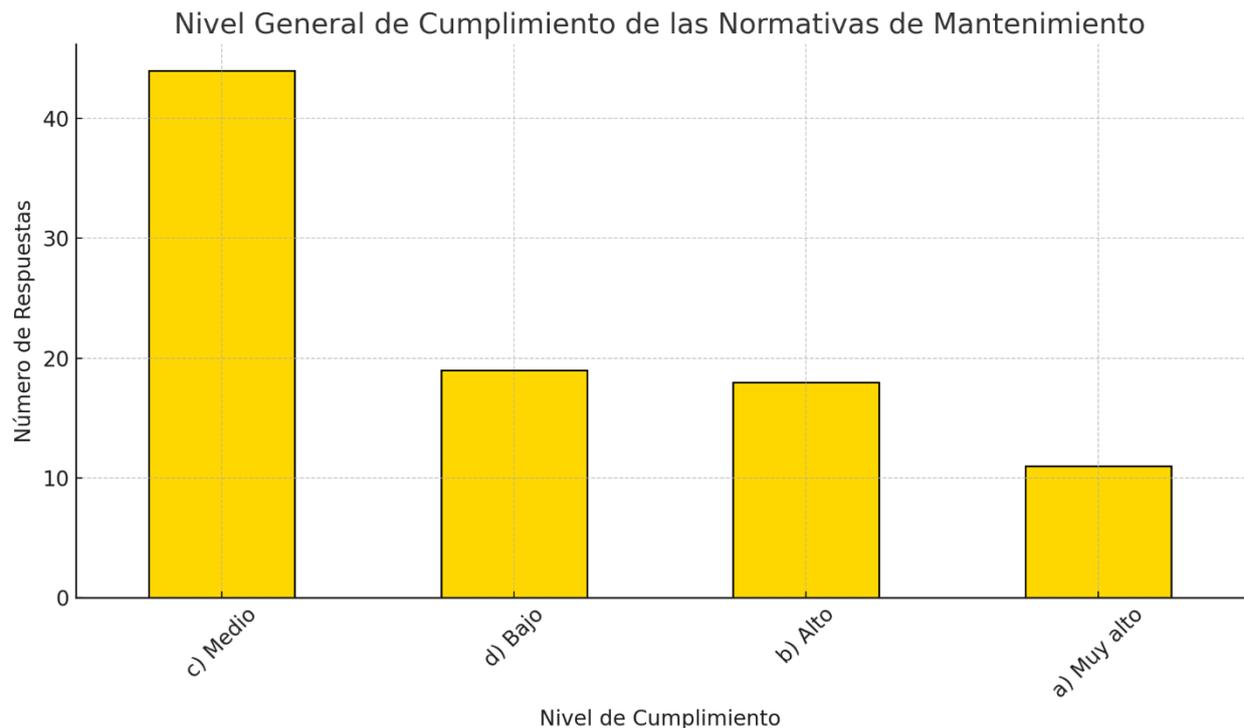
La gráfica sobre la frecuencia del mantenimiento preventivo muestra cómo se distribuyen las prácticas de mantenimiento programadas en los sistemas de artillería. Podemos observar qué tan a menudo se realiza este tipo de mantenimiento, lo cual es clave para garantizar la operatividad y evitar fallos inesperados. Los valores más altos indican una mayor regularidad, mientras que los valores más bajos reflejan una posible deficiencia en la periodicidad de las actividades preventivas, lo cual puede tener repercusiones negativas en la funcionalidad de los sistemas.



Esta gráfica muestra qué tipo de mantenimiento se realiza con mayor frecuencia en los sistemas de artillería: preventivo, correctivo o predictivo. Los resultados indican la tendencia predominante y nos ayudan a entender la estrategia de mantenimiento del Ejército Nacional de Colombia. Si el mantenimiento correctivo tiene una alta frecuencia, podría sugerir que los sistemas sufren fallos frecuentes, mientras que una alta frecuencia de mantenimiento preventivo sería una señal de una estrategia proactiva para evitar fallas antes de que se produzcan.



La gráfica sobre la disponibilidad de herramientas y equipos para el mantenimiento revela la percepción del personal sobre si cuentan con los recursos necesarios para realizar su trabajo de manera efectiva. Un alto nivel de disponibilidad sugiere que el equipo está bien dotado, mientras que respuestas que indican insuficiencia podrían reflejar desafíos logísticos o presupuestarios. Esta información es crucial para identificar áreas de mejora en términos de inversión en herramientas y recursos necesarios para garantizar la calidad del mantenimiento.



Esta gráfica refleja el nivel de cumplimiento de las normativas y procedimientos de mantenimiento según la percepción de los encuestados. Un alto nivel de cumplimiento indica que las actividades se realizan siguiendo estándares establecidos, lo cual es esencial para asegurar la seguridad y operatividad de los sistemas de artillería. En cambio, niveles bajos de cumplimiento podrían señalar áreas de deficiencia que necesitan ser abordadas mediante capacitación, mejores prácticas o ajustes en la supervisión y ejecución de los procedimientos establecidos.

## CONCLUSIONES

El estudio sobre las prácticas de mantenimiento de los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia revela varias conclusiones importantes.

La frecuencia del mantenimiento preventivo varía considerablemente, lo cual tiene un impacto negativo

en la eficacia y disponibilidad de los sistemas de artillería. Las prácticas inconsistentes en cuanto a la regularidad de estas actividades sugieren una falta de estandarización que podría conducir a periodos prolongados de inoperatividad de los equipos.

Aunque el mantenimiento preventivo es el tipo predominante, la dependencia del mantenimiento correctivo en algunos casos evidencia una falta de planificación proactiva y una tendencia a reaccionar ante fallos en lugar de prevenirlos.

La disponibilidad de herramientas y equipos de mantenimiento se percibe como insuficiente por el personal, lo cual representa un obstáculo significativo para la realización efectiva de las tareas de mantenimiento. Esto podría estar relacionado con las limitaciones presupuestarias o con una mala gestión de los recursos disponibles.

Se ha identificado una necesidad clara de mejorar la gestión de la información sobre el mantenimiento, lo cual incluye el registro y seguimiento de las actividades realizadas, así como el historial de fallos y reparaciones. Esta deficiencia en la gestión de datos puede conducir a decisiones subóptimas y a una falta de continuidad en las acciones correctivas.

La capacitación del personal no es suficiente para enfrentar los avances tecnológicos y las crecientes demandas del mantenimiento de sistemas complejos. La falta de programas de formación continua limita la capacidad del personal para adaptarse a las nuevas tecnologías y mejores prácticas, lo cual impacta negativamente en la calidad del mantenimiento realizado.

Se observa un bajo nivel de cumplimiento de las normativas y procedimientos de mantenimiento, lo cual podría estar relacionado con la falta de recursos adecuados y una insuficiente supervisión.

La cultura organizacional dentro del Ejército parece no valorar adecuadamente el mantenimiento preventivo, considerándolo como una actividad secundaria en lugar de una parte estratégica de la capacidad operativa. Este enfoque reactivo podría afectar negativamente la disponibilidad y la vida útil de los sistemas de artillería.

Las limitaciones presupuestarias impactan de manera significativa en la capacidad de adquisición de herramientas y recursos necesarios, lo que se traduce en una infraestructura de mantenimiento insuficiente para satisfacer las necesidades actuales.

La falta de un enfoque predictivo en el mantenimiento limita la capacidad del Ejército para anticiparse



a fallas, lo cual incrementa los costos operativos y reduce la disponibilidad de los sistemas.

La gestión inadecuada de los recursos y la deficiente planificación de las actividades de mantenimiento tienen un impacto directo en la eficiencia operativa, resultando en tiempos de inactividad prolongados y en una menor capacidad de respuesta frente a las necesidades tácticas.

Con base en las conclusiones anteriores, se proponen varias recomendaciones para mejorar las prácticas de mantenimiento en los sistemas de artillería del Ejército Nacional de Colombia.

Se debe implementar un sistema más riguroso y regular de mantenimiento preventivo para garantizar la continuidad operativa de los sistemas de artillería y minimizar el riesgo de fallos inesperados. La estandarización de los procesos de mantenimiento y la definición clara de intervalos regulares ayudarían a lograr este objetivo.

Es necesario realizar una inversión significativa en herramientas y equipos suficientes para llevar a cabo las actividades de mantenimiento de manera efectiva, garantizando que el personal cuente con los recursos necesarios para cumplir sus tareas.

Se recomienda la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS) para mejorar la gestión de la información y la planificación de las actividades de mantenimiento. Este sistema permitiría un mejor seguimiento del estado de los equipos y una toma de decisiones más informada.

Se debe reforzar la capacitación del personal encargado del mantenimiento, enfocándose en nuevas tecnologías y mejores prácticas internacionales. Esto podría lograrse a través de programas de formación continua, cursos especializados y la incorporación de expertos externos que aporten conocimientos actualizados.

Es fundamental fomentar una cultura organizacional que valore el mantenimiento preventivo, destacando su importancia estratégica para la capacidad operativa general del Ejército. Esto implica la sensibilización de los mandos militares sobre la relevancia del mantenimiento y la inclusión de incentivos para el cumplimiento de estas tareas.

Se recomienda mejorar los programas de formación continua para asegurar que el personal tenga las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos actuales y futuros del mantenimiento de sistemas complejos.



Se debe buscar cooperación internacional para mejorar las capacidades técnicas y acceder a nuevas tecnologías y mejores prácticas. Esto podría incluir acuerdos de colaboración con otros ejércitos o con la industria de defensa, así como la participación en programas de capacitación internacionales.

Se sugiere establecer un enfoque de mantenimiento predictivo que permita anticiparse a posibles fallas mediante el uso de tecnologías de monitoreo y diagnóstico. Esto contribuiría a reducir los costos operativos y a mejorar la disponibilidad de los sistemas.

Se debe revisar y fortalecer las normativas y procedimientos de mantenimiento, asegurando que sean claros, alcanzables y que se proporcionen los recursos necesarios para su cumplimiento. Esto ayudaría a aumentar la seguridad operativa y a garantizar un nivel adecuado de mantenimiento.

Es necesario optimizar la gestión de recursos y planificar de manera efectiva las actividades de mantenimiento, estableciendo prioridades claras y asegurando que las tareas se realicen de manera eficiente. La implementación de estas recomendaciones contribuiría significativamente a maximizar la disponibilidad y la operatividad de los sistemas de artillería, mejorando así la capacidad de respuesta del Ejército Nacional de Colombia frente a las demandas operativas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P., & Nikulin, C. (2012). Methodological proposal for problem resolution in industrial activities based on failure mode analysis. Case applied in the cellulose industry, Chile. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(31), 121–126.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3182/20121122-2-ES-4026.00004>

Barreto Bernal, P. C., Gutiérrez Molina, O., & Lara Rodríguez, J. S. (2014). La reconversión industrial de la siderúrgica integrada en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 451–460.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.05.001>

Basanta-Val, P., García-Valls, M., Morillas-Rodrigo, H., & Cano-Romero, J. (2012). Módulo Distribuido de Subasta Java sobre CORBA de Tiempo Real. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 9(4), 406–416.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.09.009>

Bataille, C., Lashéras Bauduin, A., & Cirotteau, P. (2023). Instrumental en cirugía cutánea, esterilización y eliminación de los residuos. *EMC - Dermatología*, 57(4), 1–18.



[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1761-2896\(23\)48509-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1761-2896(23)48509-3)

Bravo, C., Aguilar-Castro, J., Ríos, A., Aguilar-Martin, J., & Rivas, F. (2011a). Arquitectura Basada en Inteligencia Artificial Distribuida para la Gerencia Integrada de Producción Industrial. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 8(4), 405–417.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riai.2011.09.013>

Bravo, C., Aguilar-Castro, J., Ríos, A., Aguilar-Martin, J., & Rivas, F. (2011b). Arquitectura Basada en Inteligencia Artificial Distribuida para la Gerencia Integrada de Producción Industrial. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 8(4), 405–417.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riai.2011.09.013>

Campo, C. C., Marchena, J. C., Heras, J. R., Samper, M. G., Matinez, V. M., & Rodado, C. F. (2024). Application of multivariate statistical methods for decision-making in industrial spare parts inventories case of the automotive sector in Colombia. *Procedia Computer Science*, 241, 546–551. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.078>

Carmona-Calvo, M. A., Suárez, E. M., Calvo-Mora, A., & Periañez-Cristóbal, R. (2016). Sistemas de gestión de la calidad: un estudio en empresas del sur de España y norte de Marruecos. *European Research on Management and Business Economics*, 22(1), 8–16.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iedee.2015.10.001>

Celis, S. N. J. (2017). ENTRE LO CIVIL Y LO POLÍTICO. DIÁLOGOS Y TENSIONES A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE LA UNIÓN DE COOPERATIVAS TOSEPAN TITATANISKE. *Acta Sociológica*, 74, 131–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.11.007>

de Carlos, P., Domínguez, T., & Alén, E. (2013). Un análisis empírico de la diferenciación horizontal de los polígonos industriales gallegos. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 19(3), 169–179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iedee.2013.01.003>

Delfín Ortega, O. V., & Navarro Chávez, J. C. L. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: una medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, 60(3), 663–685.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.05.011>

Flores, V. G. (2015). Economías de guerra: Algunas ideas sobre la importancia de la Primera Guerra



Mundial desde el punto de vista económico. *Economía Informa*, 392, 27–46.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecin.2015.05.016>

Friedrich, G. R., & Ardenghi, J. R. (2009). Un modelo para el análisis de la confiabilidad de Ethernet Industrial en topología de anillo. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 6(3), 101–109. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(09\)70269-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1697-7912(09)70269-9)

Gelaw, M. T., Azene, D. K., & Berhan, E. (2024). Assessment of critical success factors, barriers and initiatives of total productive maintenance (TPM) in selected Ethiopian manufacturing industries. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 51–80.

<https://doi.org/10.1108/JQME-11-2022-0073>

Gómez, A. H., Toledo, C. E., Prado, J. M. L., & Morales, S. N. (2015a). Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. *Contaduría y Administración*, 60, 82–106.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.08.005>

Gómez, A. H., Toledo, C. E., Prado, J. M. L., & Morales, S. N. (2015b). Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. *Contaduría y Administración*, 60, 82–106.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.08.005>

Hermans, M., & Tamás, P. (2024). OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AND DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES - A LITERATURE REVIEW. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 22(2), 129–137.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85201374412&partnerID=40&md5=741159cae05e11b80f08bf377e803387>

Herrera Madueño, J., Larrán Jorge, M., Lechuga Sancho, M. P., & Martínez-Martínez, D. (2015). Evolución de la literatura sobre la responsabilidad social en pymes como disciplina científica. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*, 24(2), 117–128.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.redee.2014.06.001>

Izar-Landeta, J. M., Ynzunza-Cortés, C. B., Castillo-Ramírez, A., & Hernández-Molinar, R. (2016). Estudio comparativo del impacto de la media y varianza del tiempo de entrega y de la demanda



en el costo del inventario. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(3), 371–381.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.07.007>

Lashéras Bauduin, A., & Henry, M. (2014). Instrumentación en cirugía dermatológica, esterilización y evacuación de los residuos. *EMC - Dermatología*, 48(2), 1–16.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1761-2896\(14\)67582-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1761-2896(14)67582-8)

Loera, I., Espinosa, G., Enríquez, C., & Rodríguez, J. (2013). Productivity in Construction and Industrial Maintenance. *Procedia Engineering*, 63, 947–955.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.274>

Mishra, A. (2024). Evaluation of TPM adoption factors in manufacturing organizations using fuzzy PIPRECIA method. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 101–119.

<https://doi.org/10.1108/JQME-11-2020-0115>

Owsiak, A. P., Greig, J. M., & Diehl, P. F. (2021). Making trains from boxcars: studying conflict and conflict management interdependencies. *International Interactions*, 47(1), 1–22.

<https://doi.org/10.1080/03050629.2021.1848827>

Palacios Llamazares, L., Gens Barberà, M., Hernández Vidal, N., & Anglès Segura, T. (2009). Relevancia de la gestión del entorno y la seguridad para garantizar una asistencia de calidad. *Atención Primaria*, 41(2), 109–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aprim.2008.09.009>

Perspectivas de la medicina nuclear en España: un análisis del Grupo de Trabajo de Gestión y Calidad. (2023). *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*, 42(4), 209–210.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.remn.2023.06.001>

Rathi, S. S., Sahu, M. K., & Kumar, S. (2023). Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Productivity of Rolling Mill. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 30(6), 882–890. <https://doi.org/10.56042/ijems.v30i6.3158>

Rathi, S. S., Sahu, M. K., & Kumar, S. (2024). Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 11(111), 243–256. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004>

Retolaza, I., Ezpeleta, I., Santos, A., Diaz, I., & Martinez, F. (2021). Design to cost; a framework for large industrial products. *Procedia CIRP*, 100, 828–833.



<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.036>

Río, L. A. del, Trives, C., & Salazar, N. (2015). Formación de especialistas sanitarios (FIR) de Farmacia Industrial y Galénica de la Unidad Docente de la Universidad CEU San Pablo tras estancias en la industria farmacéutica de Madrid. *Educación Médica*, 16(4), 218–222.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edumed.2015.09.014>

Rodríguez-Heras, J. D., Cabeza-Marchena, J. A., Nieto-Ramos, L. M., Márquez-Castillo, A. E., & Garizabal-Donado, L. E. (2024). Principal Component Analysis Method Application for Inventory Related Decisions-Making. *Procedia Computer Science*, 241, 558–563.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.080>

Romeo, E., Morezzi, E., & Rudiero, R. (2015). Industrial Heritage: Reflections on the Use Compatibility of Cultural Sustainability and Energy Efficiency. *Energy Procedia*, 78, 1305–1310.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.145>

Salmerón Silvera, J. L., & López Vargas, C. (2010). MODELO BIDIMENSIONAL DE RIESGOS DEL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN (ERP). *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 16(3), 173–190.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60040-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60040-9)

Singh, S., Khamba, J. S., & Singh, D. (2023). Analysis of potential factors affecting execution of overall equipment effectiveness in Indian sugar mills. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 237(6), 2323–2333.

<https://doi.org/10.1177/09544089221135010>

Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa Mendoza, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Cawley Vergara, A. F. M., Sunder M, V., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., Forstner, F. F., & Macias de Anda, E. (2024). Digitalization of maintenance: exploratory study on the adoption of Industry 4.0 technologies and total productive maintenance practices. *Production Planning and Control*, 35(4), 352–372.

<https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2083996>

Trotin, N., Sánchez de Prado, J., Ladret, P., & Vilchez Motino, P. (2017). Mantenimiento y rehabilitación de sistemas de atirantamiento: tecnologías, patologías tipo, inspección,



monitorización y reparaciones. Hormigón y Acero.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.05.014>

Villalbí, J. R., Casas, C., Bartoll, X., Artazcoz, L., Ballestín, M., Borrell, C., Camprubí, E., Durán, J., García, R., Rodríguez, P., & Salamero, M. (2010). Indicadores para la gestión de los servicios de salud pública. *Gaceta Sanitaria*, 24(5), 378–384.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2010.03.004>

Wakabayashi, J. L., & Merzthal, J. (2015). Directrices para la implementación de un modelo de gestión de la relación con el cliente en el sector industrial: caso DAMERA. *Estudios Gerenciales*, 31(137), 455–462. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.09.001>

