

# Plan de mantenimiento dentro del modelo centrado en confiabilidad para el taller de mecánica industrial

Benavides, Neider<sup>1</sup>; Tejada, Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Mecánica Industrial, <https://orcid.org/0009-0006-1175-5304>, Ibarra, Ecuador

<sup>2</sup>Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Mecánica Industrial, <https://orcid.org/0009-0009-6064-6640>, Ibarra, Ecuador

Recibido:2025/06/30

Aceptado: 2025/07/01

**Resumen:** En los talleres de mecánica industrial, el mantenimiento se realiza de manera empírica, sin apoyo en criterios técnicos ni procedimientos sistemáticos, lo que deriva en prácticas reactivas que aumentan el riesgo de fallas, los costos operativos y afectan la disponibilidad de los equipos. El propósito de este estudio es diseñar un plan de mantenimiento basado en el modelo Reliability-Centered Maintenance, con la intención de mejorar la gestión de equipos en talleres con recursos limitados. Se realizó un estudio de tipo descriptivo con enfoque analítico-sintético, que combinó la revisión bibliográfica con una encuesta aplicada a 15 talleres del cantón Ibarra, que seleccionados mediante muestreo por conveniencia. Los resultados muestran que el 66,7 % de los talleres aplica mantenimiento correctivo, que solo el 26,7 % utiliza cronogramas y que existe escasa incorporación de tecnologías de monitoreo. A partir de este diagnóstico se estructuró un plan que organiza las tareas de mantenimiento según criticidad, funcionalidad e impacto operativo de los equipos, permitiendo un mejor control técnico y reducción de fallas. Una de las ventajas fue la posibilidad de adaptar el modelo RCM a contextos reales sin depender de tecnología costosa, así como un enfoque hacia la mejora continua. Como desventaja, requiere capacitación técnica del personal y disciplina en la implementación, lo cual puede representar una barrera inicial en entornos poco sistematizados. El plan constituye una alternativa viable para fortalecer la gestión del mantenimiento y facilitar su evolución hacia modelos más confiables y sostenibles que disminuyan los tiempos muertos del paro imprevisto de los equipos.

**Palabras clave:** Mantenimiento industrial; confiabilidad; taller de mecánica; mantenimiento predictivo; industria 4.0.

## Design of a Maintenance Plan within the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Model for the Industrial Mechanics Workshop

**Abstract:** In industrial mechanical workshops, maintenance is carried out empirically, without support from technical criteria or systematic procedures. This leads to reactive practices that increase the risk of failures, raise operational costs, and affect equipment availability. The purpose of this study is to design a maintenance plan based on the Reliability-Centered Maintenance (RCM) model, aimed at improving equipment management in workshops with limited resources. A descriptive study with an analytical-synthetic approach was conducted, combining a review of specialized literature with a survey applied to 15 workshops in the Ibarra canton, selected through convenience sampling. The results show that 66.7% of the workshops apply corrective maintenance, only 26.7% use structured schedules, and there is minimal incorporation of monitoring technologies. Based on this diagnosis, a plan was structured to organize maintenance tasks according to criticality, functionality, and operational impact, enabling greater technical control and failure reduction. Among its advantages, the plan allows the RCM model to be adapted to real contexts without relying on costly technology and promotes continuous improvement. As a disadvantage, it requires technical training for personnel and discipline in implementation, which can represent an initial barrier in unsystematized environments. The plan offers a viable alternative to strengthen maintenance management and support its evolution toward more reliable and sustainable models.

**Keywords:** Industrial maintenance; reliability; mechanics workshop; predictive maintenance; industry 4.0.

## 1. Introducción

El mantenimiento industrial ha cambiado progresivamente para responder a las exigencias del entorno productivo. Este proceso de transformación se ha visto impulsado por el aumento en la complejidad de los procesos, el avance de la automatización y la necesidad de mantener los equipos disponibles de forma constante. Durante años, se trabajó con un enfoque reactivo: se actuaba solo cuando una máquina fallaba. Sin embargo, esa forma de operar empezó a mostrar limitaciones frente a escenarios donde una parada puede generar pérdidas económicas, riesgos operativos o comprometer la sostenibilidad (Ran et al., 2021). Esto llevó al desarrollo de métodos más organizados y estratégicos para asegurar la continuidad del funcionamiento.

Una de las metodologías que surgió frente a esta necesidad fue el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés). Desarrollado inicialmente en la industria aeronáutica durante las décadas de 1960 y 1970, su propósito era reducir las fallas críticas mediante un análisis funcional del equipo: su finalidad, cómo puede fallar, qué lo causa y cuáles son las consecuencias operativas (Ramos et al., 2023). Con esta información, se definen acciones preventivas, predictivas o correctivas, pero todas con un respaldo técnico. A diferencia de métodos tradicionales, el RCM prioriza las decisiones de mantenimiento según el impacto de la falla y el costo que implica la inactividad del equipo (Cajías et al., 2025).

Los beneficios que aporta este modelo han sido documentados por diversos estudios. Se reportan reducciones del tiempo dedicado al mantenimiento en más del 50 % y mejoras en la disponibilidad de los equipos hasta alcanzar niveles cercanos al 90 % (Huertas et al., 2024). También permite optimizar los inventarios, eliminar tareas innecesarias y fortalecer la seguridad al centrarse en los componentes que más lo requieren.

Neider Benavides  
Autor por correspondencia

Estas ventajas convierten al RCM en una alternativa viable tanto para grandes industrias como para espacios con limitaciones técnicas o económicas.

En los talleres de mecánica industrial, muchas veces el mantenimiento se realiza sin planificación, apoyándose en prácticas empíricas o en soluciones que se activan solo cuando ocurre una falla. Este tipo de intervención, aunque efectiva en ciertos casos, no considera la criticidad de los equipos ni los riesgos asociados a su mal funcionamiento. Esto genera demoras, mayores gastos operativos y menor vida útil en los activos. Diseñar un plan basado en RCM permite organizar mejor las prioridades, anticipar problemas y establecer un sistema técnico más claro que apoye las decisiones de mantenimiento (Geisbush & Ariaratnam, 2023).

Con la llegada de las tecnologías asociadas a la Industria 4.0, el enfoque RCM ha ganado un nuevo potencial. El uso de sensores conectados, análisis de datos, algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial permite identificar fallas con anticipación y tomar decisiones más precisas. Por ejemplo, ya se pueden prever con alta exactitud fallas en equipos rotativos usando sensores de vibración y modelos basados en datos históricos (Zhang et al., 2023). Integrar estas herramientas al modelo RCM ofrece una forma más completa y adaptada de gestionar el mantenimiento, ideal para talleres que buscan eficiencia sin perder solidez técnica.

En los talleres del cantón Ibarra, el mantenimiento se realiza con un enfoque correctivo y sin una base metodológica. Las intervenciones ocurren cuando los equipos ya han fallado, lo que impide planificar o anticipar los problemas. No se analizan las funciones más importantes de los equipos, ni se consideran aspectos como la frecuencia de fallas, su impacto o los recursos necesarios para solucionarlas. Esta manera de operar termina reduciendo la disponibilidad técnica, elevando los costos y aumentando los riesgos laborales.

Aunque los técnicos cuentan con experiencia práctica acumulada, la falta de planificación

basada en información técnica, el uso limitado de herramientas de diagnóstico y la carencia de indicadores impiden llevar a cabo un mantenimiento ordenado y eficaz. Esta situación restringe las posibilidades de los talleres para mantenerse competitivos y responder adecuadamente a las nuevas exigencias del sector. Por esta razón, resulta indispensable proponer un esquema de trabajo que permita avanzar desde una lógica reactiva hacia un modelo confiable, con tareas estructuradas, criterios definidos para intervenir técnicamente y mecanismos que permitan evaluar los resultados, todo orientado a reducir fallas, aprovechar mejor los recursos disponibles y garantizar condiciones de operación más seguras.

Frente a esta necesidad, este estudio plantea el diseño de un plan de mantenimiento fundamentado en el modelo RCM, con miras a ser implementado en un taller de mecánica industrial. La propuesta va más allá del enfoque teórico, al considerar también la posibilidad de introducir herramientas digitales de forma progresiva, lo que permite construir una solución más completa y realista, adaptada a las condiciones de operación y orientada a metas como la eficiencia y la sostenibilidad técnica.

El modelo de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), desarrollado por Nowlan y Heap, se ha consolidado como una herramienta fundamental para la gestión técnica de sistemas industriales complejos. Su finalidad principal es garantizar que los equipos conserven su funcionalidad operativa con altos niveles de seguridad. Uno de sus componentes clave es el análisis de modos y efectos de falla (FMEA), que ha demostrado ser útil en distintos sectores productivos para tomar decisiones basadas en la criticidad, el costo de falla y el riesgo que implica cada activo (Kharmanda, Seif y Gafour, 2023). Según Geisbush y Ariaratnam (2023), este enfoque ofrece una base técnica sólida para ordenar tareas según su impacto operativo y es especialmente beneficioso en industrias de tamaño medio, donde se requiere optimizar recursos sin comprometer el rendimiento de los equipos.

No obstante, aplicar el RCM requiere ciertas condiciones estructurales, metodológicas y tecnológicas que no siempre están disponibles. Esto se hace evidente en los talleres de mecánica industrial, donde aún predominan esquemas improvisados, sin respaldo en datos ni organización por niveles de riesgo. En estos entornos, se interviene cuando ya ocurre una falla, lo que genera tiempos muertos innecesarios, gastos elevados y desgaste prematuro de los equipos (Huertas et al., 2024). La falta de un sistema impide prever problemas y limita la capacidad de usar de forma eficiente tanto los recursos técnicos como el personal.

Dentro de este panorama, el mantenimiento predictivo cobra relevancia como parte esencial del enfoque RCM 4.0. Esta estrategia utiliza algoritmos de aprendizaje automático y tecnologías digitales, como los gemelos digitales o sensores conectados, para anticiparse a fallos antes de que ocurran. Gracias a estas herramientas, es posible realizar una supervisión casi inmediata del estado de los equipos, lo que facilita una planificación más precisa (Cajías et al., 2025). Está comprobado que este tipo de mantenimiento reduce los costos, mejora la disponibilidad técnica y aumenta la fiabilidad operativa, siempre que existan los medios tecnológicos y las capacidades de gestión adecuadas para interpretar los datos.

La aplicación del RCM en talleres de mecánica permite transformar la gestión del mantenimiento. Con su ayuda, se pueden clasificar los equipos según su importancia, priorizar acciones y comenzar la adopción paulatina de tecnologías modernas. Esta combinación permite abandonar el mantenimiento correctivo como única opción y adoptar una lógica proactiva, más cercana a las demandas reales del entorno técnico-industrial (Saxena, 2025). Además, la incorporación de herramientas digitales al modelo fortalece la cultura de mejora continua y facilita la toma de decisiones sustentadas en información confiable.

En años recientes, han surgido enfoques complementarios como el mantenimiento centrado en la confiabilidad y el riesgo (RRCM), que incorpora criterios del RCM junto con

principios de la gestión de riesgos (RBM). Esta metodología, según Pérez-López (2023), permite construir planes de acción más seguros y eficientes, al considerar no solo la función operativa de cada equipo, sino también los riesgos que implicaría su falla para el proceso o para el personal. Esta visión resulta clave en talleres donde los recursos son escasos y cada intervención debe justificarse con precisión para evitar pérdidas o interrupciones innecesarias.

El modelo RCM mejora la disponibilidad técnica, la eficiencia operativa y la seguridad en entornos industriales. Estudios recientes reportan que su aplicación puede reducir los tiempos destinados al mantenimiento en más del 50 % y estabilizar el funcionamiento de los sistemas hasta en un 90 % (Ramos et al., 2023). Además, esta metodología facilita la identificación de repuestos esenciales, evita intervenciones innecesarias y permite una gestión más eficiente de los recursos.

Diseñar un plan de mantenimiento basado en los principios del RCM e incorporando herramientas propias de la Industria 4.0 representa una alternativa factible y pertinente, especialmente para talleres que operan con recursos limitados. Esta propuesta parte de la hipótesis de que una planificación técnica bien estructurada puede aumentar la disponibilidad de los equipos, reducir el número de fallas críticas y lograr un mejor aprovechamiento de los medios humanos y materiales. El estudio busca comprobar esa hipótesis a través del diseño, aplicación y evaluación detallada del plan de mantenimiento.

Frente a las limitaciones que aún persisten en la manera en que muchos talleres gestionan sus tareas de mantenimiento —con decisiones poco sistematizadas y escaso soporte técnico— el modelo RCM aparece como una guía útil para priorizar acciones, anticiparse a fallos importantes y organizar los procesos de forma más lógica. En la práctica, la ausencia de planes basados en el análisis funcional de los equipos y su nivel de criticidad ha provocado paros prolongados, costos innecesarios y desgaste acelerado de máquinas clave. A partir de esta problemática, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo puede el diseño e

implementación de un plan de mantenimiento, estructurado con base en el modelo RCM, mejorar la disponibilidad, confiabilidad y operación técnica de un taller de mecánica industrial?

Considerando los desafíos que enfrentan muchos talleres del cantón Ibarra en cuanto a gestión del mantenimiento, esta investigación propone el desarrollo de un plan técnico fundamentado en el enfoque Mantenimiento centrado en la confiabilidad, con el objetivo de optimizar los recursos existentes y disminuir la ocurrencia de fallas críticas en los equipos. Para cumplir con este propósito, se definieron los siguientes objetivos específicos: caracterizar las prácticas actuales de mantenimiento a través de datos recabados de los responsables técnicos; identificar los criterios clave para el diagnóstico funcional, la evaluación de criticidad y la planificación confiable de las tareas; diseñar un esquema de mantenimiento adaptable a las condiciones reales de operación; sugerir mecanismos para introducir herramientas tecnológicas y estrategias predictivas en función del modelo RCM; y establecer indicadores técnicos que permitan valorar el impacto del plan en términos de disponibilidad, disminución de fallas y eficiencia en el uso de recursos. Para sustentar el diagnóstico, se aplicó una encuesta a 15 responsables de talleres de mecánica industrial, cuyos resultados ayudaron a definir las necesidades técnicas más apremiantes y orientar el diseño del plan.

## 2. Materiales y métodos

El presente estudio se enmarca en un enfoque descriptivo, con un método analítico-sintético que permite interpretar, organizar y estructurar información técnica relacionada con la gestión del mantenimiento industrial. El objetivo metodológico fue describir las condiciones actuales de mantenimiento en talleres de mecánica industrial y proponer un plan estructurado conforme al modelo Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

La población objeto de estudio está conformada por los talleres de mecánica industrial del cantón

Ibarra, donde la industria metalmecánica representa una actividad económica significativa. Dentro de este sector destacan la construcción de estructuras metálicas prefabricadas, el ensamblaje de carrocerías para transporte público y vehículos de carga, y el torneado metálico como eje emergente. Según datos del Sistema de Información del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra (GAD-Ibarra, 2023), existen al menos 31 establecimientos clasificados como mecánicas industriales, los cuales representan un 1,71 % de los ingresos del subsector metalmecánico, que en su conjunto aporta con el 6,06 % al total de los ingresos cantonales vinculados a la producción local.

La población está compuesta por los propietarios o representantes de los talleres que se ubican en la ciudad de Ibarra como puede observarse en la tabla 1.

**Tabla 1.** Población de talleres de la ciudad de Ibarra

Descripción	Población	Técnica
Talleres de la ciudad de Ibarra	15	Encuesta

Elaboración propia a partir de los datos recopilados mediante encuestas aplicadas a propietarios o representantes de talleres en la ciudad de Ibarra.

Como técnica de recolección de información se empleó una encuesta estructurada aplicada a los responsables técnicos de los 15 talleres, con el fin de identificar el estado actual del mantenimiento, los principales problemas técnicos y las prácticas más frecuentes. Los instrumentos incluyeron fichas de lectura para el análisis teórico, matrices de extracción para sintetizar hallazgos documentales y una base de datos para el procesamiento de las respuestas de campo. Esta triangulación metodológica permitió fundamentar el diseño del plan desde lo técnico, lo operativo y lo contextual.

### 3. Resultados

Para poder comprender y justificar la propuesta del plan, fue necesario revisar los principios que hoy sustentan el manejo moderno de activos, se puso especial atención en los modelos que apuntan a la confiabilidad y a mantener operativos

los sistemas sin afectar el entorno, esta revisión permitió identificar los elementos clave del RCM, cómo ha cambiado con los años y cuál es su papel dentro de lo que exige la Industria 4.0, sobre todo en espacios como los talleres, donde tener los equipos disponibles y gastar menos en arreglos son claves para que el trabajo no se detenga.

El proceso RCM se basa en siete preguntas principales que ayudan a entender qué hace el equipo, cómo puede fallar, por qué ocurren esas fallas y qué se puede hacer para evitar que pasen o que causen tanto daño, esta metodología ha mostrado resultados positivos cuando se trata de mejorar la confiabilidad, mantener los sistemas operando y también usar mejor los recursos asignados al mantenimiento.

Se realizó una encuesta a 15 responsables técnicos de talleres de mecánica industrial del cantón Ibarra, con el objetivo de obtener información directa sobre las prácticas actuales de mantenimiento, sus principales dificultades y el nivel de planificación implementado. Para lograr con ello una caracterización contextual de la situación operativa de los talleres y contribuir en el diseño de un plan de mantenimiento estructurado. Esta recolección de datos permite verificar la necesidad de una propuesta técnica orientada a mejorar la confiabilidad, optimización de recursos y disponibilidad de equipos en estos entornos. cómo puede observarse en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Encuesta sobre la gestión del mantenimiento.

Ítem evaluado	Porcentaje (%)
Tipo de mantenimiento más aplicado: Correctivo	60 %
Tipo de mantenimiento más aplicado: Preventivo	27 %
Tipo de mantenimiento más aplicado: Mixto (correctivo/preventivo)	13 %
Talleres con cronograma estructurado de mantenimiento	20 %
Talleres que aplican registro técnico de intervenciones	27 %
Talleres que identifican equipos críticos	33 %
Uso de herramientas digitales o sensores para diagnóstico	7 %
Principales dificultades reportadas: falta de planificación	67 %
Principales dificultades reportadas: disponibilidad de repuestos	53 %
Talleres interesados en adoptar un plan estructurado de mantenimiento	87 %

**Comentario:** Resultados de la encuesta hecha a 15 responsables técnicos de talleres de mecánica industrial del cantón Ibarra.

Para contar con información contextual que respalde el diseño del plan de mantenimiento propuesto, se aplicó una encuesta estructurada a 15 responsables técnicos de talleres de mecánica industrial del cantón Ibarra. La aplicación se realizó de manera directa, mediante formularios digitales, seleccionando a los participantes por conveniencia según su disponibilidad y apertura para colaborar con el estudio. Las preguntas se centraron en identificar el tipo de mantenimiento que aplican, el nivel de planificación existente, el uso de herramientas tecnológicas, las principales dificultades que enfrentan y su percepción frente a un modelo estructurado como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

Los resultados muestran una realidad operativa caracterizada por una alta dependencia del mantenimiento mixto o correctivo (66,7%), lo cual sugiere que las intervenciones se realizan generalmente después de presentarse fallas o sobre la marcha. Solo un 26,7% afirma contar con un cronograma completamente estructurado, mientras que el 40% indica estar interesado en incorporar tecnologías, aunque no las utiliza de manera continua. En cuanto a la percepción frente al modelo RCM, el 53,3% está totalmente de acuerdo con su implementación, y el 80% manifiesta disposición para aplicar un plan estructurado, ya sea con apoyo técnico o capacitación.

Los datos muestran que, aunque los talleres logran mantener sus operaciones con esfuerzo y experiencia práctica, se observa carencias importantes en aspectos clave que el plan propuesto busca resolver. En primer lugar, la mayoría no cuenta con un sistema formal para identificar equipos críticos, lo que impide priorizar recursos y planificar tareas en función del impacto operativo. Asimismo, el bajo porcentaje de talleres que utilizan un cronograma estructurado de mantenimiento refleja la ausencia de planificación anticipada, lo que aumenta el riesgo de fallas imprevistas y tiempos muertos.

También se identifica una limitada adopción de herramientas digitales y tecnologías de monitoreo, como sensores o software de mantenimiento, lo que restringe la posibilidad de implementar acciones predictivas basadas en datos reales del estado de los equipos. Por otro lado, no se muestran prácticas de control mediante indicadores técnicos que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de las tareas o a la frecuencia de fallas, lo cual dificulta cualquier proceso de mejora continua.

En conjunto, la encuesta revela un entorno con una gestión del mantenimiento predominantemente reactiva y no sistematizada, donde se actúa tras la ocurrencia de la falla, sin un análisis funcional previo ni herramientas de apoyo para la toma de decisiones. Esta situación valida la necesidad del plan propuesto, el cual incorpora metodologías como el análisis de criticidad, la programación técnica de tareas, el uso progresivo de herramientas predictivas, y la integración de indicadores de desempeño que permitan mejorar la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de los talleres.

Frente a este escenario, el plan de mantenimiento propuesto en este estudio, basado en el modelo RCM, se presenta como una alternativa viable y necesaria. Su aplicación permitiría estructurar las tareas en función de la criticidad de los equipos, definir acciones preventivas y predictivas con respaldo técnico, optimizar la asignación de recursos y, a largo plazo, facilitar la incorporación de tecnologías compatibles con la Industria 4.0. De este modo, los talleres no solo mejorarían su eficiencia operativa, sino también su capacidad de anticipación, su confiabilidad técnica y su sostenibilidad productiva.

El diseño del plan de mantenimiento para el taller de mecánica industrial se basa en los principios del modelo mantenimiento centrado en la confiabilidad, adaptado a un contexto con condiciones técnicas limitadas y una operatividad de complejidad media, esta propuesta surge a partir de una revisión de literatura técnica actual, estudios de aplicación del modelo, normas como la SAE JA1011 y documentos que muestran cómo el RCM mejora la disponibilidad y la gestión de

activos en industrias parecidas (Ramos et al., 2023).

La estructura del plan se organiza en cinco fases que reflejan los componentes esenciales del modelo RCM, la primera fase corresponde al diagnóstico técnico de los activos, en la que se identifican las condiciones actuales del taller, los tipos de equipos y su funcionamiento general, luego, en la segunda fase se realiza el análisis funcional y la evaluación de criticidad, considerando qué equipos son más sensibles a fallos y cuáles impactan más en la operación, la tercera fase define las tareas de mantenimiento necesarias para cada componente, ya sean acciones preventivas, predictivas o correctivas según corresponda, en la cuarta fase se organiza la programación de actividades, se establecen cronogramas de intervención y se plantean mecanismos básicos de control, y finalmente, la quinta fase considera la posible integración de mejoras tecnológicas, enfocadas en el uso de herramientas digitales y sensores que permitan avanzar hacia un mantenimiento más predictivo y automatizado.

Cada fase fue pensada tomando en cuenta los recursos con los que podría contar un taller de estas características, el nivel de preparación del personal técnico y las posibilidades reales de implementar nuevas tecnologías sin perder la operatividad básica, esta estructura permite construir el plan de forma progresiva, adaptándolo según se evalúen los resultados obtenidos con las primeras acciones aplicadas.

Así, el plan no se limita a una lista de tareas, más bien se plantea como una herramienta de gestión que mejora la toma de decisiones, ayuda a priorizar recursos, reduce interrupciones no programadas y prepara al taller para una transición gradual hacia modelos más inteligentes de mantenimiento, su diseño permite escalarlo o ajustarlo según las necesidades futuras, incluso incorporando monitoreo en tiempo real y plataformas digitales, alineado con las propuestas de la Industria 4.0.

Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, RCM, para la optimización de equipos en el Taller de Mecánica Industrial

Componentes más importantes del plan:

El plan de mantenimiento propuesto se fundamenta en el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y se estructura en cinco fases claves: diagnóstico técnico inicial para identificar el estado de los equipos, análisis funcional y de criticidad mediante herramientas como el FMEA para determinar modos de falla y prioridades de intervención, definición de tareas específicas de mantenimiento con base en criterios de confiabilidad, programación organizada de actividades considerando recursos y tiempos disponibles, e integración gradual de herramientas tecnológicas y metodologías predictivas compatibles con la Industria 4.0. Este enfoque permite ordenar las decisiones técnicas, priorizar los equipos más críticos, optimizar el uso de recursos, mejorar la disponibilidad operativa y reducir los costos derivados de fallas no planificadas, contribuyendo así a una gestión del mantenimiento más eficiente, adaptada al entorno real de los talleres de mecánica industrial.

Unidad técnica responsable: Taller de Mecánica Industrial, adscrito al Área de Producción y Mantenimiento.

Ubicación y periodo de aplicación: El plan se implementará en las instalaciones del taller durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2025, con posibilidad de ajustes según lo establecido en el cronograma operativo.

Responsable técnico del plan: A cargo del jefe de mantenimiento o del profesional designado oficialmente para esta función.

Equipo de mantenimiento: El equipo estará conformado por un mecánico industrial (nivel 1), un técnico electromecánico, un asistente de mantenimiento y, en caso de implementarse tecnologías de monitoreo, un operador responsable del sistema digital.

Versión del documento: Corresponde a la versión 1.0, cuya fecha de emisión debe especificarse al momento de su aprobación y difusión.

Tipo de mantenimiento predominante: El plan contempla acciones preventivas, predictivas y correctivas, organizadas según los lineamientos del modelo RCM, lo que permite una gestión técnica integrada y orientada a la confiabilidad.

#### Propósito del Plan

Organizar un sistema de mantenimiento que sea planificado y estructurado según el enfoque RCM, con la idea de mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos del taller, reducir tanto el número como la frecuencia de fallas importantes, aumentar la eficiencia del trabajo técnico y ayudar a crear una forma de trabajo enfocada en mejorar constantemente, cuidando además el uso de recursos.

#### Alcance del Plan

Este plan se aplica a todos los equipos, sistemas y máquinas que funcionan dentro del Taller de Mecánica Industrial, se incluyen tornos, fresadoras, taladros, compresores, bancos de trabajo, redes eléctricas, sistemas hidráulicos y elementos de seguridad, también contempla el mantenimiento de herramientas de uso frecuente y elementos logísticos de apoyo si se considera necesario.

#### Objetivos del Plan

- Mantener en funcionamiento los equipos e instalaciones de forma confiable y segura
- Disminuir las paradas inesperadas por medio de acciones preventivas y predictivas
- Extender la vida útil de los activos técnicos del taller
- Bajar los costos que vienen del mantenimiento correctivo sin planificación
- Implementar un sistema con indicadores técnicos para el seguimiento de actividades.
- Promover decisiones más acertadas con base en datos y buscar mejoras constantes

#### Fase 1: Identificación de Equipos y Análisis de Criticidad

##### Objetivo de la fase

Determinar cuáles son los equipos, sistemas y componentes del taller de mecánica industrial que requieren mantenimiento sistemático, clasificándolos en función de su criticidad operativa. Esta fase es esencial para centrar el plan en los activos cuya falla puede comprometer significativamente la producción, la seguridad o los costos.

##### Inventario Técnico de Equipos

Se debe elaborar una lista técnica detallada de todos los equipos del taller. Esta lista puede organizarse en una tabla con los siguientes campos: como puede observarse en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Inventario Técnico

Código	Nombre del equipo	Función principal	Área de ubicación
EQ-01	Torno mecánico	Mecanizado de piezas cilíndricas	Área de metalurgia
EQ-02	Compresor de aire	Suministro de aire a herramientas	Área neumática
EQ-03	Fresadora universal	Corte y perfilado de materiales	Área de mecanizado
EQ-04	Taladro de banco	Perforación de piezas	Área de perforado

*Nota:* La tabla muestra el inventario técnico de los equipos fundamentales del taller, identificando su función operativa, condiciones de uso y mantenimiento actual con el propósito de establecer las prioridades de intervención en el plan. El inventario es necesario, permite determinar el estado el lugar y la capacidad del taller en función de sus activos. Sivanuja & Sandanayake (2022)

##### Análisis de Criticidad

Cada equipo se evalúa en función de los siguientes criterios de criticidad, que pueden ponderarse con una escala del 1 (baja) al 5 (muy alta):

- Impacto en la producción: ¿Su falla detiene el flujo de trabajo?
- Impacto en la seguridad: ¿Puede causar accidentes al fallar?
- Frecuencia histórica de fallas: ¿Ha fallado varias veces?
- Costo de reparación o reemplazo: ¿Es costoso?
- Disponibilidad de repuestos: ¿Es fácil o difícil conseguirlos?

Se recomienda organizar los resultados en una matriz de criticidad, como puede observarse en la tabla 4.

**Tabla 4.** Matriz de criticidad

Código	Nombre del equipo	Puntaje total	Nivel de criticidad
EQ-01	Torno mecánico	18	Alta
EQ-02	Compresor de aire	15	Media
EQ-03	Fresadora universal	17	Alta
EQ-04	Taladro de banco	11	Baja

*Nota:* La matriz de criticidad permite clasificar los equipos del taller según el impacto que tendría su falla en la operación y la probabilidad de que dicha falla ocurra, de esta manera se identifican los activos más críticos y que requieren atención prioritaria en el mantenimiento Coast App (2023).

**Resultado de la fase**

Tras el análisis, se establece una lista priorizada de los equipos más críticos. Estos serán el foco principal del plan de mantenimiento en sus fases posteriores. El análisis también permite determinar qué equipos requieren monitoreo más frecuente, tareas más especializadas o incluso repuestos estratégicos en stock.

**Fase 2: Análisis Funcional y Modos de Falla (FMEA)**

**Objetivo de la fase**

Analizar las funciones principales y secundarias de los equipos críticos identificados, determinar los posibles modos de falla, sus causas, consecuencias operativas y de seguridad, y establecer las prioridades de intervención a través de una matriz FMEA (Failure Modes and Effects Analysis).

**Análisis funcional de los equipos críticos**

Para cada equipo crítico (según la Fase 1), se debe establecer:

- **Función principal:** Para qué fue diseñado el equipo.
- **Funciones secundarias:** Funciones adicionales relacionadas con eficiencia, precisión, seguridad.
- **Condiciones normales de operación:** Parámetros y variables técnicas esperadas.

**Equipo: Torno mecánico**

- **Función principal:** Mecanizado de piezas cilíndricas mediante arranque de viruta.

- **Funciones secundarias:** Corte con precisión, seguridad operativa, evacuación de virutas.
- **Condiciones normales:** Rotación uniforme, lubricación continua, guiado axial estable.

**Identificación de modos de falla (FMEA)**

Se identifican los modos de falla potenciales, sus causas probables, efectos operacionales, y se evalúan tres factores:

- **Severidad (S):** impacto de la falla (1–10)
- **Ocurrencia (O):** probabilidad de que ocurra (1–10)
- **Detección (D):** capacidad de detectar antes de que ocurra (1–10)

Se calcula el índice de prioridad de riesgo (IPR = S × O × D). Mientras más alto, más urgente es la intervención. cómo puede observarse en la tabla 5.

**Tabla 5.** Matriz FMEA para torno mecánico

Componente	Modo de falla	Causa probable	Efecto	Acción recomendada
Motor principal	Sobrecalentamiento	Falta de lubricación	Parada del equipo	Revisión periódica del sistema de lubricación
Correa de transmisión	Desgaste o rotura	Uso prolongado	Pérdida de transmisión	Sustitución programada cada 6 meses
Sistema eléctrico	Falla de interruptor	Cortocircuito	Riesgo eléctrico	Inspección mensual del tablero
Guías del carro	Desalineación por desgaste	Falta de limpieza	Imposibilidad de mecanizado	Limpieza y lubricación semanal

*Nota:* La Tabla presenta el análisis FMEA aplicado a los equipos identificados como críticos, este listado permite detectar los posibles modos de falla, sus causas y consecuencias, asignando un índice de riesgo (RPN) que combina la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la capacidad de detección (Theyab y Mo, 2022).

**Resultado de la fase**

Esta fase concluye con una lista priorizada de fallas potenciales por equipo, junto con recomendaciones de acciones preventivas o predictivas. Los modos de falla con IPR más alto serán tratados en la Fase 3, en la que se definirán las tareas técnicas específicas y los recursos asociados.

### Fase 3: Programación de Tareas de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo Justificado

#### Objetivo de la fase

Establecer de manera estructurada las tareas de mantenimiento que deben aplicarse a los equipos priorizados, diferenciando entre tareas preventivas, predictivas y correctivas justificadas. Esta fase define qué hacer, con qué frecuencia, con qué recursos y bajo qué modalidad, asegurando la operatividad y confiabilidad de los activos del taller de mecánica industrial.

#### Tipos de mantenimiento considerados

- **Mantenimiento Preventivo:** Acciones programadas para reducir la probabilidad de falla. Se ejecutan de forma periódica, sin que exista evidencia de falla.
- **Mantenimiento Predictivo:** Acciones basadas en el monitoreo de condiciones reales del equipo (vibración, temperatura, ruidos, etc.), que permiten anticipar intervenciones cuando se detecta una desviación crítica.

**Correctivo Justificado:** Reparaciones que, aunque no se pueden evitar, se planifican en función del análisis de riesgo y criticidad. No son reactivas inmediatas, sino técnicamente viables y seguras. (Achouch, et al.,2022). cómo puede observarse en la tabla 6.

**Tabla 6.** Planificación de tareas

Código	Equipo	Tarea	Frecuencia
EQ-01	Torno mecánico	Lubricar sistema de guías	Semanal
EQ-01	Torno mecánico	Medición de vibración del motor	Mensual
EQ-01	Torno mecánico	Revisión y ajuste de correas	Trimestral
EQ-01	Torno mecánico	Reemplazo de interruptor térmico	Según condición

Fuente: Sielaff Lennard (2024).

#### Lineamientos para otros equipos críticos

De forma similar al torno mecánico, se deben generar planes específicos para los demás equipos clasificados como críticos en la Fase 1. Cada uno debe tener tareas asignadas según sus modos de falla prioritarios.

#### Ejemplos generales:

- **Compresor de aire:**
  - Drenaje de condensado del tanque (preventivo – semanal).

- Medición de presión de operación (predictivo – quincenal).
- Cambio de filtro de aire (preventivo – cada 3 meses).
- **Fresadora universal:**
  - Verificación del paralelismo de la mesa (preventivo – mensual).
  - Revisión de motor de avance automático (predictivo – trimestral).

Reemplazo de cojinetes (correctivo – anual o por ruido anormal). cómo puede observarse en la tabla 7.

**Tabla 7.** Programación visual

Semana	Actividades programadas	Responsable
1	Lubricación de torno y fresadora, revisión eléctrica	Técnico mecánico
2	Drenaje del compresor, medición de vibración motor	Técnico electromecánico
3	Cambio de filtro de aire, ajuste de correas	Técnico de mantenimiento
4	Revisión general y actualización del registro	Coordinador de área

*Nota:* La tabla muestra la programación visual del plan de mantenimiento diseñado, organizada por equipos, tareas y frecuencia de ejecución esto se realiza para planificar las actividades preventivas, predictivas y su periodicidad Sielaff Lennard (2024).

#### Resultado de la fase

Se obtiene una programación operativa concreta, con acciones calendarizadas, recursos definidos y responsables asignados, que permite reducir el riesgo de fallas, optimizar el tiempo de intervención y promover la continuidad operativa en el taller. Esta planificación debe estar sujeta a ajustes anuales según los resultados de las evaluaciones técnicas e indicadores de desempeño (Gomaa, 2025).

### Fase 4: Herramientas de Control, Seguimiento y Mejora Continua

#### Objetivo de la fase

Establecer mecanismos e instrumentos que permitan registrar, controlar y evaluar la ejecución de las actividades de mantenimiento, así como generar retroalimentación técnica para la toma de decisiones. Esta fase busca garantizar la trazabilidad de las intervenciones, el cumplimiento del plan y la mejora continua del sistema.

#### Instrumentos de control propuestos

**a) Bitácora de mantenimiento**

Documento físico o digital en el que se registran todas las intervenciones realizadas sobre cada equipo. cómo puede observarse en la Tabla 8.

**Tabla 8. Campos sugeridos en bitácora**

Fecha	Equipo	Tipo de tarea	de	Tiempo de ejecución
10/06/2025	Torno mecánico	Preventivo		1 hora

Nota: La tabla presenta los campos propuestos para estructurar una bitácora de mantenimiento, con el fin de registrar de manera ordenada y continua la información sobre las intervenciones realizadas, esto se realiza para documentar los datos del equipo intervenido, el tipo de mantenimiento realizado y la tarea que realiza (Theyab y Mo, 2022).

**b) Tarjetas de mantenimiento por equipo**

Cada equipo cuenta con una ficha técnica actualizada que incluye historial de mantenimiento, recomendaciones del fabricante y programación de tareas próximas.

**c) Checklists de verificación**

Listas de verificación para tareas periódicas que deben firmarse al inicio o fin de cada jornada, semana o mes (según lo programado).

**Indicadores de seguimiento (KPI técnicos)**

Para evaluar la efectividad del plan, se establecen indicadores clave de desempeño: como puede observarse en la tabla 9.

**Tabla 9. Indicadores de seguimiento (KPI técnicos)**

Indicador	Fórmula o unidad	Frecuencia de cálculo	Meta esperada
Índice de disponibilidad técnica	$(\text{Tiempo operativo} / \text{Total}) \times 100$	Mensual	$\geq 95 \%$
Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Horas totales operativas / n° fallas	Trimestral	En aumento progresivo
Tiempo medio de reparación (MTTR)	Horas de reparación / n° fallas	Trimestral	$\leq 4$ horas por evento
Cumplimiento del plan de mantenimiento	$(\text{Tareas realizadas} / \text{programadas}) \times 100$	Mensual	$\geq 90 \%$

Nota: La tabla muestra los indicadores propuestos para evaluar la implementación y efectividad del plan de mantenimiento Sivanuja & Sandanayake (2022).

**Retroalimentación y mejora continua**

Se propone una reunión técnica mensual o bimestral con el personal de mantenimiento y coordinación del taller para:

- Revisar cumplimiento del plan.
- Evaluar desempeño según indicadores.
- Identificar dificultades técnicas o logísticas.
- Proponer ajustes en frecuencias, tareas o recursos.
- Documentar lecciones aprendidas y mejores prácticas.

**Ciclo de mejora aplicado (PHVA – Deming):**

1. Planificar: según criticidad y condiciones reales.
2. Hacer: ejecutar tareas con control documentado.
3. Verificar: medir con KPIs y evidencias.
4. Actuar: realizar ajustes y optimizar procesos (PHM Society, 2023)

**Resultado de la fase**

Esta fase permite que el plan no solo se lleve a cabo, también hace posible que sea monitoreado en tiempo real, evaluado con cierta frecuencia y ajustado cuando cambian las condiciones del trabajo o se incorporan nuevas tecnologías, con esto se consolida un sistema de mantenimiento que tiene como base la confiabilidad, la eficiencia en las operaciones y una lógica de mejora que se puede ir fortaleciendo con el tiempo.

Poner en marcha un plan de mantenimiento que use el modelo RCM en el taller de mecánica industrial representa una estrategia técnica que responde a lo que hoy se necesita en términos de disponibilidad, eficiencia y sostenibilidad en la operación, con el análisis de qué equipos son más críticos, la revisión de cómo pueden fallar y una programación bien armada de las tareas, se construye un sistema que ayuda a adelantarse a los problemas, usar mejor los recursos que se tienen y tomar decisiones con más respaldo, el uso de herramientas para controlar y evaluar lo que se hace, sumado a una lógica de mejora continua, convierte este plan en una guía que se puede adaptar a lo que el taller realmente necesita y que además tiene espacio para crecer con el uso futuro de tecnologías predictivas que vienen de la Industria 4.0.

**4. Discusión**

La comparación entre la realidad operativa mostrada mediante la encuesta aplicada a los responsables técnicos de los talleres y los principios técnicos del modelo RCM permite establecer una correspondencia clara entre las necesidades detectadas en el entorno productivo local y los elementos estructurales del plan propuesto. Los datos recopilados muestran que la mayoría de los talleres trabajan bajo un enfoque de mantenimiento mixto o predominantemente correctivo (66,7%), sin procedimientos sistematizados para evaluar la criticidad de los equipos ni planes de acción sostenidos en criterios técnicos. Este hallazgo coincide con lo documentado por Cruz y Mendoza (2021), quienes identifican una alta recurrencia del mantenimiento reactivo en unidades productivas con escasa planificación.

Además, el hecho de que solo el 26,7% cuente con un cronograma completamente estructurado y que más del 70% no utilice tecnologías para diagnóstico o monitoreo permite determinar una baja madurez en la gestión técnica, limitando la trazabilidad, la optimización de recursos y la capacidad de anticipación. Estas condiciones reflejan una brecha entre la práctica actual y las exigencias operativas de una gestión basada en confiabilidad. La encuesta también mostró un alto nivel de disposición a implementar un plan técnico (80%), lo que valida la pertinencia de una intervención estructurada y contextualizada.

Frente a esta realidad, la propuesta desarrollada basada en el modelo Reliability-Centered Maintenance responde directamente a las carencias identificadas. Por ejemplo, el diagnóstico funcional y la evaluación de criticidad permiten jerarquizar los activos en función de su impacto técnico y económico, lo que se torna clave en talleres donde no existen criterios formales de priorización. La programación de tareas preventivas y predictivas, guiada por modos de falla y condiciones de operación, contrasta con el mantenimiento espontáneo observado en la mayoría de los casos.

Además, se incluyen herramientas de bajo costo como matrices FMEA, checklists y bitácoras

técnicas, que permiten ordenar y controlar las actividades, incluso en contextos donde el acceso a sensores o software especializado es limitado. Esta estructura progresiva hace que el plan no solo sea técnico, sino también realista y adaptable, con posibilidad de escalar hacia esquemas inteligentes compatibles con la Industria 4.0, en línea con lo señalado por Zhang et al. (2023) y Cajías et al. (2025).

Otro componente fundamental es el uso de indicadores técnicos como MTBF, MTTR y cumplimiento del plan, los cuales no están presentes en la mayoría de los talleres encuestados. Su incorporación permitiría tomar decisiones basadas en evidencia y no en intuiciones, fortaleciendo la lógica de mejora continua y profesionalización del personal técnico, como proponen Ramos et al. (2023).

En conjunto, la integración del análisis empírico y documental demuestra que el plan propuesto no es solo una construcción teórica, sino una herramienta diseñada para impactar positivamente en la organización, eficiencia y sostenibilidad de los talleres de mecánica industrial del cantón Ibarra. Si bien el estudio no realiza una validación operativa, la combinación de evidencia de campo, revisión técnica y propuesta metodológica ofrece una base sólida para su aplicación futura y su eventual replicabilidad en otros entornos similares.

## 5. Conclusiones

El análisis de los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada a 15 talleres del cantón Ibarra permitió caracterizar la gestión del mantenimiento en estos entornos, mostrando una predominancia de esquemas correctivos o mixtos, escasa planificación estructurada y limitado uso de herramientas tecnológicas. Esta realidad reafirma la necesidad de una intervención técnica organizada y contextualizada.

Se identificaron los criterios clave que deben considerarse en el diagnóstico técnico funcional de un taller mecánico industrial desde el enfoque del modelo RCM, entre ellos: la jerarquización de activos según su criticidad, la definición de modos

de falla y el análisis de consecuencias operativas y de seguridad. Estos elementos permiten construir una base metodológica para estructurar planes coherentes y efectivos.

A partir de los fundamentos del RCM y de las condiciones identificadas en el estudio, se diseñó un plan de mantenimiento que incorpora fases ordenadas, desde el diagnóstico técnico hasta la programación de tareas. El plan plantea una estructura compatible con la escala operativa de los talleres locales, adaptándose a sus posibilidades sin perder rigor técnico.

En el diseño del plan se incorporaron herramientas sencillas de control y diagnóstico — como bitácoras, fichas de equipos, listas de chequeo y matrices FMEA— que permiten la trazabilidad de las acciones incluso sin recurrir a tecnologías avanzadas. Se establece además una visión progresiva que abre paso a la inclusión de sensores y software predictivo en una segunda etapa, favoreciendo su escalabilidad futura.

Se definieron indicadores técnicos que permiten monitorear el impacto del plan, tales como el tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR) y el nivel de cumplimiento del cronograma. Estos indicadores aportan una base cuantificable para la toma de decisiones técnicas, orientadas a la mejora continua en la gestión del mantenimiento.

### Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Magíster Marco Checa, Coordinador de Investigación del Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio (IST17J), y al Ingeniero Romel Obando, Coordinador de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Industrial (TSMI), por su acompañamiento y seguimiento permanente, así como por su compromiso con la rigurosidad y calidad científica durante todo el desarrollo del artículo.

### Referencias

- A Fuzzy FMEA-Resilience Approach for Maintenance Planning in a...* (2023). <https://papers.phmsociety.org/index.php/ijphm/article/view/3851>
- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Sattarpanah Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). *On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges*. *Applied Sciences*, 12(16), 8081. <https://doi.org/10.3390/app12168081>
- Cruz, M., & Mendoza, P. (2021). *Diagnóstico del mantenimiento industrial en talleres técnicos del Ecuador*. *Revista Técnica Industrial*, 19(3), 67–74.
- Failure Mode and Effects Analysis* (2023.). *En Coast App*. <https://coastapp.com/blog/fmea-failure-mode-effects-analysis/>
- Theyab O. y Mo John P. (2022). *Failure Mode Structured Preventive Maintenance Scheduling With FMEA*. <https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.828986>
- Geisbush, J., & Ariaratnam, S. T. (2023). *Reliability centered maintenance (RCM): Literature review of current industry state of practice*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. <https://asu.elsevierpure.com/en/publications/reliability-centered-maintenance-rcm-literature-review-of-current>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra. (2023). *Informe económico del sector productivo del cantón Ibarra: Diagnóstico y tendencias de la actividad metalmecánica*. Dirección de Desarrollo Económico Local. <https://www.ibarra.gob.ec/site/wp-content/uploads/2023/06/PLAN-DE-TRABAJO.pdf>
- Gomaa, A. H. (2025). *RCM 4.0: A novel digital framework for reliability-centered maintenance in smart industrial systems*. *International Journal of Emerging Science and Engineering*, 13(2), 55–68. <https://journals.blueeyesintelligence.org/index.php/ijese/article/view/731>
- Cajías Arias, P., Ortiz Reyes, J., Ulcuango Moreno, C., & Alay Romero, R. (2025). *Integración de inteligencia artificial para el diagnóstico predictivo de fallas mecánicas en vehículos de combustión interna: Enfoque integral*. *Polo del Conocimiento*, 10(5), 2271-2289. doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v10i5.9570>

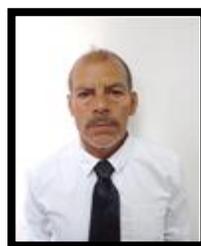
- Huertas-García, Á., Muñoz, J., De Miguel Ambite, E., Avilés Camarmas, M., & Ovejero, J.F. (2024). DETECTA 2.0: *Non-intrusive methodologies supported by Industry 4.0 enabling technologies for predictive and cyber-secure maintenance in SMEs*. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2405.15832>
- Kharmanda, G., Seif, A. G., & Gafour, M. (2023). *An overview of reliability centered maintenance using failure mode and effect analysis*. *ISTE OpenScience*. <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2023.0957>
- Sielaff Lennard (2024). *Maintenance Strategy Selection Based on FMEA/FMECA Approach*. <https://www.mdpi.com/2673-4591/24/1/21>
- Pérez-López, A. (2023). *Reliability and risk centered maintenance: A novel method for integrating RCM and RBM*. *Applied Sciences*, 13(19), 10605. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/19/10605>
- Ramos, C., Vázquez, E., & Herrera, J. (2023). *El mantenimiento centrado en la confiabilidad como herramienta estratégica en la industria 4.0*. *Ingeniería Mecánica*, 40(1), 20–30. <https://doi.org/10.1016/imec.2023.40.1.20>
- Saxena, A. (2025). *Benefits of RCM (Reliability-Centered Maintenance) in the Maritime Industry*. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 7(1), Article 37054. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i01.37054>
- Sivanuja, T., & Sandanayake, Y. G. (2022). *Industry 4.0 enabled predictive maintenance of facilities: A study on applicability, benefits and challenges*. *En Proceedings of the 10th World Construction Symposium* (pp. 585–597). <https://doi.org/10.31705/WCS.2022.47>
- Ran, Y., Zhou, X., Lin, P., Wen, Y., & Deng, R. (2024). *A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches* (*arXiv:1912.07383v2*). *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1912.07383>
- Zhang, H., Li, Y., & Chen, Z. (2023). *An AI-based predictive maintenance framework for rotating equipment using vibration data and machine learning models*. *Heliyon*, 9(7), e17422. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17422>

## BIOGRAFÍAS.



Neider Bayardo Benavides Rodríguez, nacido en Montúfar, Ecuador, es Tecnólogo Superior en Mecánica Industrial, titulado por el Instituto Superior Tecnológico “17 de Julio”. A sus 24 años, ha participado como autor principal en un estudio sobre mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

aplicado a talleres industriales. Posee experiencia práctica como soldador y operario en estructuras metálicas, destacándose en procesos de oxicorte, análisis de cargas con SAP2000 y soldas especiales. Además, ha trabajado en el sector textil. Se distingue por su responsabilidad, adaptabilidad y compromiso con la mejora continua en el ámbito técnico e industrial.



Luis Alfonso Tejada Huertas, nacido el 10 de octubre de 1956, es un hombre mestizo y divorciado, residente en ANIBAL GUZMAN/2-78/NELSON DAVILA. Posee un Diploma Superior en Gestión Académica Universitaria (2004) y una Maestría en Docencia de la Matemática a

Nivel Superior (2005) de la Universidad Técnica del Norte. También es Ingeniero Mecánico por la Escuela Politécnica Nacional (2005). Fue docente en el Colegio Técnico Valle del Chota de 1987 a 2012 y actualmente es docente a tiempo completo en el IST 17 de Julio desde septiembre de 2017. Ha recibido capacitación en primeros auxilios, aleaciones soldadas, prevención de violencia de género, Flipped Classroom, inteligencia artificial, liderazgo y competencias docentes.