

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Contribución al mejoramiento del proceso de Gestión de mantenimiento en la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo", a través de la Gestión de Riesgos.

Autor: Mayli Fuentes Viera

Tutor: Dr. C. Ing. Aramis Alfonso Llanes

Santa Clara, diciembre, 2022
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Industrial Engineering Department

DIPLOMA THESIS

Title: Contribution to the improvement of the maintenance management process in the Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo", through risk management.

Author: Mayli Fuentes Viera

Thesis Director: Ph. D. Aramis Alfonso Llanes

Santa Clara, december, 2022
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní, km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



ACTA DE CONFORMIDAD PARA ESTUDIANTES DE PREGRADO

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Por una parte Mayli Fuentes Viera
estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial

en la facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial en lo adelante EL

ESTUDIANTE Con número de identidad permanente 95052609158 o pasaporte:

Y por otra parte Dr. C. René Abreu Ledón
Jefe del Departamento Docente de:

Ingeniería Industrial
en la ya mencionada facultad en lo adelante EL JEFE DE DEPARTAMENTO, y

Dr. C. Aramis Alfonso Plenes. profesor(es) encargado(s)
de tuturar el Trabajo de Diploma DEL ESTUDIANTE en lo adelante EL TUTOR

Reconocen que

- I. A EL ESTUDIANTE se le ha aprobado como tema de investigación para su Trabajo de Diploma el titulado Contribución al mejoramiento del proceso de gestión de mantenimiento en la Empresa Industrial "Anel Villarreal Bravo" a través de la gestión de Riesgos
- II. EL ESTUDIANTE no divulgará información concerniente a la investigación, tanto durante el desarrollo como tras la culminación de esta sin la debida autorización DEL TUTOR o EL JEFE DE DEPARTAMENTO
- III. Que el Trabajo de Diploma fruto de la labor investigativa de EL ESTUDIANTE y la asesoría de EL TUTOR resulta de TITULARIDAD EXCLUSIVA de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
- IV. EL ESTUDIANTE una vez aprobada su tesis para la defensa, depositará una copia electrónica de la misma en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
- V. A partir de la defensa y aprobación del Trabajo de Diploma, la publicación total, parcial o la elaboración de cualquier obra que se derive de esta investigación por parte de EL ESTUDIANTE contará con la coautoría de EL TUTOR y viceversa, resultando de referencia obligada esta obra en cualquier otra que se elabore. El incumplimiento de esta cláusula, puede llevar consigo el inicio de procesos de plagio. Todo lo anterior de acuerdo a la normativa de Derecho de Autor vigente en Cuba

Y para que así conste se firma la presente en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, a los 9 días del mes de diciembre del año 2022

[Signature]
EL ESTUDIANTE

[Signature]
JEFE DE DEPARTAMENTO

[Signature]
TUTOR

[Signature]
TUTOR

Pensamiento

Entrégate a la actividad poco a poco y se irá levantando el ánimo, pero no descansas ni vuelvas atrás.

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

Dedicatoria

A mí por todos los esfuerzos, dedicación y obstáculos que tuve que atravesar para lograr llegar a la meta.

A mi familia por el apoyo brindado durante todo este tiempo.

A todos los que creyeron en mí y me dieron las fuerzas necesarias para poder cumplir el sueño de ser ingeniera.



Agradecimientos

A mi abuela Miriam, a mi mamá y mi papá por todo su apoyo incondicional.

A mi hermano y a Yunion por su ayuda.

A mi padrastro por su apoyo.

A Magdiel por estar a mi lado.

A Migue, a mi prima, a mi tía y a mi abuela paterna por creer que yo sí podía.

A mami Mayra y a mis padrinos por su apoyo.

A todos mis compañeros del aula y en especial a Antuan por haberme ayudado cuando más lo necesité.

A mi tutor por su tiempo, dedicación y paciencia.

A mis profesores por contribuir en mi formación durante todos estos años.

Al personal de la empresa donde realice la investigación que sin conocerme me brindaron la ayuda necesaria para poder acabar mi proyecto.

En fin, a todos los que de una forma u otra confiaron me ayudaron a hacer mi sueño realidad.

Gracias a todos por siempre confiar en mí y apoyarme a no rendirme nunca.

RESUMEN

El logro de la mejora continua en la Gestión de mantenimiento es un tema que actualmente ha sido un tema de estudio que ha tomado mucho auge en la actualidad. La presente investigación muestra la aplicación de un procedimiento que permite definir acciones de mejora en el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa “Ángel Villareal Bravo”, Minerva, en función de la combinación de los elementos característicos de la Gestión de riesgo. Este trabajo de diploma contiene una revisión bibliográfica actualizada que aborda las generalidades sobre la Gestión del mantenimiento, la Gestión de riesgo, así como la integración de ambas, desde el punto de vista y criterio de varios autores. Finalmente, la aplicación práctica de la propuesta seleccionada, a todas las etapas del proceso de Gestión del mantenimiento en la entidad estudiada, permite identificar los riesgos potenciales y proponer acciones de mejora orientadas a mitigar sus impactos. Todo ello ofrece solución al problema de investigación de la presente tesis.

SUMMARY

The achievement of continuous improvement in Maintenance Management is a subject that has currently been a subject of study that has taken a lot of boom today. This research shows the application of a procedure that allows defining improvement actions in the Maintenance Management process in the Company "Ángel Villareal Bravo", Minerva, based on the combination of the characteristic elements of Risk Management. This diploma work contains an updated bibliographical review that addresses the generalities of Maintenance Management, Risk Management, as well as the integration of both, from the point of view and criteria of several authors. Finally, the practical application of the selected proposal, to all stages of the Maintenance Management process in the entity studied, allows the identification of potential risks and the proposal of improvement actions aimed at mitigating their impacts. All this offers a solution to the research problem of this thesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1 Generalidades sobre la Gestión del mantenimiento	6
1.1.1 Evolución histórica del mantenimiento.....	8
1.1.2 Tipos de mantenimiento y sus características	10
1.1.3 Aspectos generales sobre la Gestión del mantenimiento.....	15
1.2 Generalidades sobre la Gestión de riesgos.....	17
1.2.1 Procedimientos de Gestión de riesgos	19
1.3 La Gestión del riesgo en el proceso de Gestión de mantenimiento.....	22
1.4 La Gestión del riesgo en el proceso de Gestión de mantenimiento en Cuba.....	25
1.5 Conclusiones parciales	26
CAPÍTULO II. DEFINICIÓN DE ACCIONES DE MEJORA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAL “ÁNGEL VILLARREAL BRAVO”, BASADO EN ELEMENTOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS	27
2.1 Caracterización del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de mantenimiento.....	27
2.2 Caracterización de la Empresa Industrial Ángel Villarreal Bravo	31
2.2.1 Caracterización del área de mantenimiento de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”	33
2.3 Aplicación práctica del procedimiento propuesto para la mejora del proceso de mantenimiento de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”	35
2.3.1 Fase 1. Preparación inicial	36
2.3.2 Fase 2. Evaluación del riesgo.....	37
2.3.3 Fase 3. Tratamiento del riesgo	41
2.4. Conclusiones parciales	42
CONCLUSIONES GENERALES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	56

INTRODUCCIÓN

Para el mundo de los negocios, conducir bien una organización supone decidir correctamente. Pero la decisión en sí misma es producto de un proceso de reflexión que involucra diversas actividades. Esta reflexión sistemática, ordenada, abarca todas las gestiones que se desarrollan en las empresas, en la búsqueda de una integración global, estratégica y operativa. Las organizaciones empresariales en los últimos tiempos están llamadas a ser altamente competitivas, productivas, de alto desempeño frente a un entorno completamente dinámico y lleno de incertidumbre, razón por la cual están obligadas a gestionar sus recursos de manera efectiva, contar con personal altamente capacitado, apoyados en normativas organizacionales que contribuyan al mayor rendimiento productivo, reducir el tiempo en la ejecución de procesos, minimizando costos de operaciones y sobre todo, garantizando a sus clientes el abastecimiento oportuno de los productos o compromisos contraídos. Al respecto, son muchos los cambios que están ocurriendo en el ámbito mundial en materia económica, exigiendo una nueva postura por parte de las organizaciones empresariales, provocando una rápida inestabilidad si no se está preparado, gerencialmente hablando, para el diseño de metodologías y ajustarse a las novedades, modalidades y exigencias de los mercados cambiantes de la actualidad (Martínez Ramírez, Carbonell Soto, 2020).

En estos nuevos tiempos, actividades como el mantenimiento deben ser repensadas y redireccionadas, de manera que contribuya a los resultados de la empresa (Tavares, 2000). El mantenimiento industrial, tiene como prioridad prevenir los fallos para así disminuir la ocurrencia de paradas inesperadas de producción. De esta forma, es claro ver que esta función influye tanto en la cantidad como en la calidad de la producción, pero, por otra parte, está respondiendo al cambio constante del entorno, por lo que se enfoca también en la evaluación del grado de afectación de una falla en la seguridad y el medio ambiente (Bokrantz et al., 2017; Sexto, 2017; Hernández et al., 2017; Camps et al., 2019; Zenisek et al., 2019; Martínez Parodis, 2020; Szpytko y Salgado Duarte, 2021). Además, todos los procesos de mantenimiento en las industrias por su naturaleza implican riesgos y accidentes, no solo en su gestión sino también en su ejecución, que deben ser identificados y evaluados para la implementación de medidas destinadas a su eliminación o mitigar sus consecuencias. Los costos acentuados de primas de seguro, indemnizaciones y disponibilidad de equipamientos, junto a la potencial pérdida de vidas humanas, han catalizado el desarrollo, implementación y constante actualización de sistemas de Gestión del riesgo en todos los ámbitos empresariales (Chaouch, et al. 2019; Pérez Curiel y Molpeceres, 2020; Laine, 2021; Vega Consuegra, 2021).

La Gestión del riesgo proporciona una gran ventaja competitiva a las empresas, así como un importante incremento de valor en el mercado. El análisis de riesgos es uno de los elementos fundamentales a tomar en cuenta ya que puede traer consecuencias dañinas al entorno empresarial, a la comunidad y al planeta. Al identificar y clasificar los riesgos, se realiza el análisis de los mismos, se estudia la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel del proyecto. El mismo determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre el proyecto y, por lo tanto, deben ser gestionados por el emprendedor con especial atención (Santos Rubio, 2016; González Pérez, 2018). La Gestión de riesgos es una herramienta de dirección en la que se sustentan los sistemas de gestión modernos y está destinada a ayudar en la toma de decisiones en los diferentes niveles de la organización.

El enfoque del mantenimiento a la mejora continua y prevención de riesgos, en los últimos años ha tenido una significativa relevancia en el mundo, tiene como objetivo la ayuda al trabajo en equipo y preparación constante para ejercer sin bajar la producción o servicio. El desempeño de la empresa estará en la calidad del mantenimiento que se le suministre a cada uno de los elementos, es de suma importancia tener una visión al futuro para planificarlo y programarlo de manera correcta para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño (Brennan, 2013; Diamantoulaki, 2013; Espinosa Fuentes, 2013; Barone, 2014; Castellanos López, 2015; Hernández Alfonso, 2017). Por tal motivo la Gestión del mantenimiento se encuentra en constante evolución, convirtiéndose en una pieza clave para muchos modelos de productividad (Rodríguez Machado, 2012; López García, 2013; Kennedy, 2015; Marín, 2015; Mostafa, 2015, González Pérez, 2018).

Históricamente en Cuba el mantenimiento ha sido considerado como una actividad auxiliar, relegado a un segundo plano, aislado del resto de las demás estrategias de la empresa, minimizando su efecto decisivo en variables que definen competitividad empresarial como el costo, el tiempo de entrega y la calidad. El mantenimiento ha devenido en una de las vías por las que la empresa moderna puede incrementar considerablemente sus niveles de productividad y competitividad (González Hernández, Ramos Gómez, Alfonso Llanes, 2022).

A partir del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC), en abril del 2011 se ponen en vigor los lineamientos que regirían la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos. De igual forma, en el VII Congreso del PCC, realizado en el año 2016, se presenta el Proyecto de Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista y el Proyecto Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030

que aborda algunos elementos que resaltan la importancia del mantenimiento en el logro de estas metas. A partir del VIII Congreso del Partido Comunista de Cuba, en abril del 2021 se pone en vigor la actualización de los lineamientos (PCC, 2021), donde se trata el mantenimiento en nueve de ellos (68, 133, 146, 81, 110, 117, 198, 209, y 218), proponiéndose como objetivos fundamentales los siguientes:

- Priorizar las actividades de mantenimiento constructivo y tecnológico, así como las reparaciones capitalizables en todas las esferas de la economía, que permitan recuperar capacidades existentes antes de realizar nuevas inversiones. Aumentar la fabricación y recuperación de piezas de repuesto.
- Priorizar la gestión del mantenimiento a equipos, instalaciones industriales y sistemas tecnológicos, y su implementación en la economía nacional. Prestar especial atención e incentivar la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas.
- Elevar la eficiencia en la generación eléctrica, dedicar la atención y recursos necesarios al mantenimiento de las plantas térmicas en operación y a los 78 emplazamientos de generación distribuida, potenciando el uso de la ciencia y la innovación.
- Cumplir con los planes y metas con eficiencia.
- Mostrar sostenidamente sus balances financieros eliminando sus pérdidas.
- Garantizar las actividades previstas sin afectar la calidad.
- Planificar y ejecutar con prioridad las inversiones hacia los equipos más importantes.
- Fomentar una adecuada infraestructura técnica.
- Potenciar la capacidad de diseño del equipamiento.

En el 2021 el Ministerio de Industria (MINDUS) dio a conocer la Resolución 66 “Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial”, la cual tiene como objetivo que las empresas perfeccionen los trabajos, propicien la sostenibilidad de las tecnologías instaladas, utilicen nuevas estrategias de mantenimiento, garanticen el estado técnico de los equipos y el desarrollo permanente, optimicen el rendimiento de los activos fijos y de los procesos lo que evita o minimiza pérdidas por paradas de la producción. En los artículos 15, 31 y 53 trata elementos relacionados con el riesgo, lo cual constituye el objetivo de la presente investigación. Además, se aprueba la Resolución 67 “Procedimiento para la Categorización del Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial”, la cual establece el procedimiento para evaluar la ejecución del Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial y categorizar en qué estado se encuentra organizado en cada entidad.

La Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo", conocida como MINERVA, dedicada a producir y comercializar una amplia gama de ciclos y sus componentes, estructuras y elementos metálicos, y sillas de rueda, posee un plan de prevención de riesgos; sin embargo, en el área de mantenimiento no están especificados todos los posibles riesgos que pueden afectar contra el buen desempeño del proceso, lo que trae consigo un sin número de afectaciones como: déficit de insumos necesarios en las acciones de mantenimiento acometidas por los terceros, no se encuentran estipulados los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos, los objetivos no se elaboran de manera flexible, ni se podrían adaptar en caso de existir otras condiciones, falta de personal en el área de mantenimiento, incumplimiento del programa de trabajos programados de control de las acciones de mantenimiento, e incluso, en ocasiones, ha propiciado la paralización del proceso productivo.

Lo antes expuesto contribuye a la **situación problemática** que dio origen a la investigación y que conduce al **problema de investigación** a resolver, el cual se resume en: ¿Cómo contribuir a la mejora del proceso de Gestión del mantenimiento de la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo" mediante la filosofía de la Gestión de riesgos?

El **objetivo general** de la investigación consiste en: definir las acciones de mejoras a aplicar en el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo" a partir de la filosofía de Gestión de riesgo. Para dar cumplimiento de lo anterior expuesto se proponen los objetivos específicos siguientes:

1. Definir el procedimiento a aplicar en la determinación de riesgos asociados el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo", tomando como punto de partida el análisis de los elementos identificados en el Marco Teórico-Referencial de la investigación.
2. Aplicar el procedimiento definido para identificar los principales riesgos a mitigar o eliminar mediante acciones de mejoras en el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo" mediante la Gestión de riesgos.

La investigación aspira a darle solución a problemas reales y objetivos de la entidad estructurando métodos de Gestión de riesgos que contribuyan a solucionar deficiencias en el proceso de mantenimiento. La importancia de este estudio radica en los diferentes aportes que le brinda a la entidad para elevar sus niveles competitivos en el ámbito empresarial.

El **valor económico** radica en que al identificar los elementos que constituyen riesgos en el proceso de Gestión de mantenimiento se tributa a eliminar las paradas en la prestación del servicio, se reducen los costos de mantenimiento y, por ende, las pérdidas ocasionadas por estas causas. El **valor práctico** radica en las soluciones que se aportarán y serán

implementadas en la entidad objeto de estudio luego de aplicadas las herramientas necesarias, utilizando la filosofía de Gestión de riesgo en el proceso de mantenimiento. El **valor social** radica en el mejoramiento que se logra en la productividad, la disminución de las interrupciones en la producción, la mitigación de accidentes laborales y de afectaciones medioambientales como resumen de esta investigación; todo esto se refleja en una mayor contribución de la empresa a las diferentes partes interesadas de la sociedad.

En la investigación se desarrollan los objetivos planteados mediante la estructura siguiente: el Capítulo 1 muestra toda la fundamentación teórica de la investigación para identificar los componentes, principales tendencias en el campo objeto de estudio y la conceptualización de definiciones que propicien el fácil entendimiento de los contenidos tratados. En el Capítulo 2 se le da solución al problema de investigación planteado en el trabajo de diploma. Además, se incluye un grupo de conclusiones y recomendaciones que resaltan los resultados principales obtenidos en la investigación, así como aquellos aspectos que la autora considera deben ser extendidos como parte de la continuidad científica de la investigación. Al final de la investigación se ilustran un conjunto de anexos demandados para facilitar, destacar y fundamentar el entendimiento de aspectos de mayor complejidad plasmados en el cuerpo del estudio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Este capítulo se creó con el objetivo de abordar todos los elementos fundamentales que proporcionan el sustento teórico, a través de la literatura especializada y actualizada, tanto nacional como internacional, y otras fuentes, necesario para el desarrollo de la investigación. La estrategia seguida se muestra en la figura 1.1, se conformó con el fin que permitiera sentar las bases teórica - prácticas en todo lo relacionado con la gestión de riesgo.

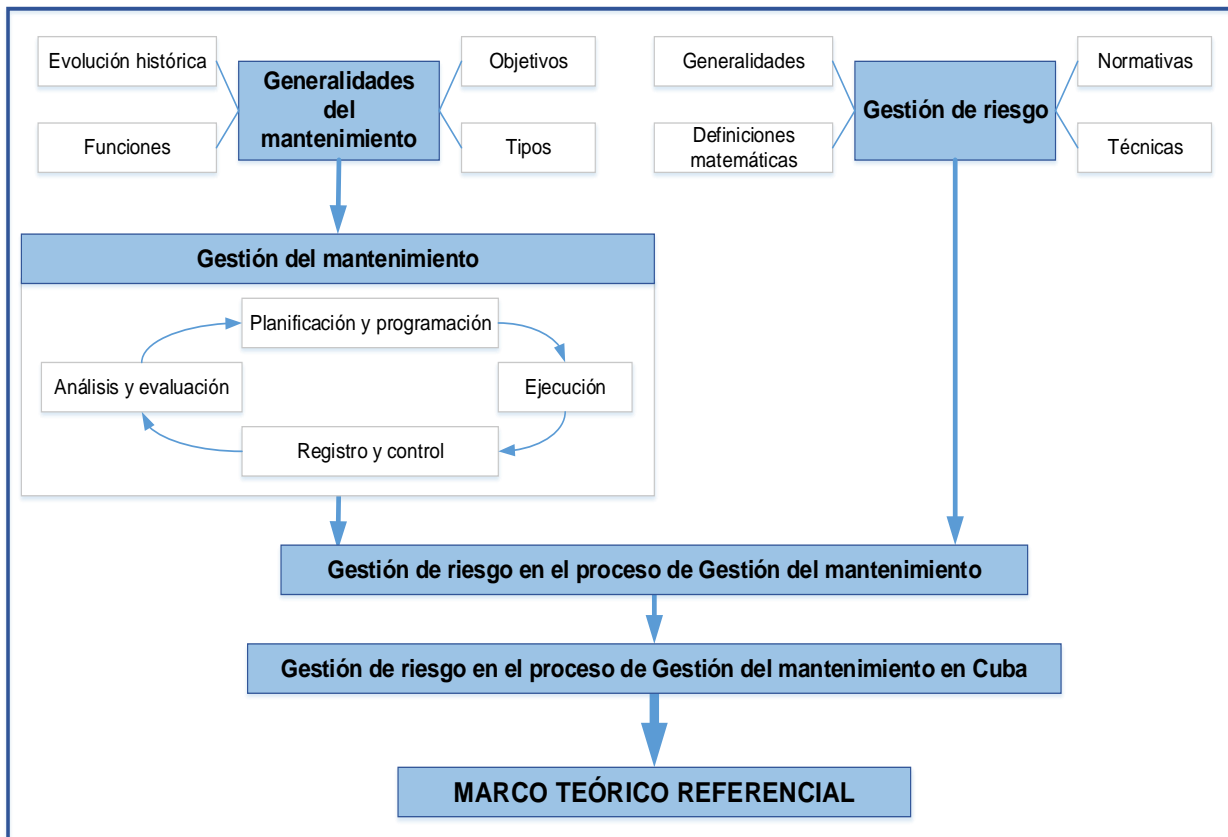


Figura: 1.1. Hilo conductor del Marco Teórico Referencial.

1.1 Generalidades sobre la Gestión del mantenimiento

Con la evolución de la industria, la tecnología y maquinaria en el último siglo, sin importar su tipo de producción o servicios, las empresas se han centrado en el sistema de medir para controlar y controlar para mejorar, utilizando diferentes métodos, estrategias, procedimientos, matrices entre otros, con base en indicadores de gestión que permitan identificar a tiempo problemas y oportunidades, entender los procesos y hacer un seguimiento y control definiendo responsabilidades y acciones preventivas que ayuden con el mejoramiento continuo de las empresas.

Durante estos procesos de cambio y adicionando la alta competitividad local y global, es de vital importancia tener un flujo de información en tiempo real de la organización bajo los pilares de la estructura organizacional, la misión y visión, para que en cada una de las áreas que la componen, permitan evaluar de manera eficaz aspectos administrativos, financieros y de gestión, que se llevan a cabo en función del Cliente (Rey Sacritián, 2001; Segura Rodríguez, 2017; Alemán Rivadeneira, 2022).

A medida que ha transcurrido el tiempo, varios autores han destacado la necesidad que tiene el mantenimiento dentro de la empresa por tener como función preservar o restaurar máquinas, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objeto social y empresarial. Las entidades buscan que la vida útil de su equipamiento dure el mayor tiempo posible, ya que esto evita inversiones innecesarias (Betancourth Bolivar, 2019; Abbas y Shafiee, 2020; Adloor y Vassiliadis, 2020).

El mantenimiento a finales del siglo XX era definido como un gasto sin valorar el impacto que puede tener en la mejora continua de los procesos productivos, aportando conocimiento y generando valor para la empresa (Sullivan Gregory, 2002; Borroto Pentón, 2005; Mora Gutiérrez, 2012). El mantenimiento es definido por varios autores entre los que se destacan por su precisión y actualidad De la Paz Martínez, Borroto Pentón y Alfonso Llanes (2015), al establecer que: el mantenimiento es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal. Por su parte, Anaguano Lamiña (2018) plantea, de un modo más concreto, que: “el mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas” y otras más completas en correspondencia con la dimensión, alcance e impacto de esta práctica en el entorno empresarial actual.

La Resolución 66/2021 sobre el Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial, define a la gestión del proceso de mantenimiento como aquellas actividades de la gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Se realiza por medio de la alineación, planificación, supervisión y control del mantenimiento, la mejora de los métodos en la organización, incluyendo los aspectos económicos, la calidad, la seguridad y tener, como finalidad, la mejora continua. En esta resolución se reconoce la mejora continua y la incorporación de aspectos económicos, de calidad y de seguridad a lo que, en opinión de esta autora, se debe añadir el aspecto ambiental.

Respecto a los objetivos del mantenimiento, un grupo de autores (Sotuyo Blanco, 2002; Moubray, 2004; Borroto Pentón, 2005; Alfonso Llanes, 2009; Mora Gutiérrez, 2012) plantean que estarán condicionados por el tipo de ambiente productivo o de servicio en el que se inserte la empresa. Se destaca por su adecuado grado de generalidad la propuesta presentada por Alfonso Llanes (2009), en la que se plantea que el objetivo principal del mantenimiento consiste en conseguir el nivel máximo de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y/o de servicios, con la menor contaminación del medioambiente y la mayor seguridad para el personal al menor costo posible. Lo anterior implica: conservar el sistema de producción y/o servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de los fallos, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medioambiente, adaptarse rápidamente a los cambios del entorno (flexibilidad) y controlar y reducir los costos a su mínima expresión (Pérez Pérez, 2022).

1.1.1 Evolución histórica del mantenimiento

El mantenimiento surge desde que el hombre ha sentido la necesidad de crear herramientas para sobrevivir. Estas herramientas tenían sus fallos o se rompían, por lo que el hombre tenía que repararlas o mejorarlas para que tuviesen una durabilidad superior. Con la Revolución Industrial y la mecanización de las industrias tiene lugar un punto de inflexión, donde surgió la preocupación por los fallos de las herramientas o de los equipos, incluso en ocasiones, el paro de la industria. Las preocupaciones que esto trajo consigo implicaron una serie de estudios y aplicaciones sobre el mantenimiento llevado a cabo en el orden cronológico que se muestra en el anexo 1.

Hasta los finales del siglo XVII, el mantenimiento y la conservación de equipos industriales no había tenido un desarrollo e importancia tan considerable como lo tiene en la actualidad. Dounce Villanueva (2014), menciona que el valor de la herramienta en comparación con la mano de obra no tenía comparación alguna, ya que antes de 1880 se solía considerar que el trabajo manual aportaba un 90 % al producto base que se obtenía, y el 10 % sobrante era el trabajo que realizaba la máquina herramienta. Desde entonces, las actividades que se le otorga a la maquinaria de toda índole con el objetivo de que esta no sufra averías se le cataloga mantenimiento (Alemán Rivadeneira, 2022).

Históricamente, este largo período de tiempo de desarrollo se ha agrupado, de forma más simple en generaciones:

Primera generación

Cubre el período hasta la Segunda Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los tiempos de parada no importaban mucho. La maquinaria era sencilla

y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera fiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicados, y la necesidad de personal calificado era menor que ahora.

Segunda generación

Durante la Segunda Guerra Mundial el panorama cambió notablemente. Los tiempos de la guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase, mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable. Esto llevó a la necesidad de un aumento de la mecanización. Hacia 1950 se habían construido máquinas de todo tipo y cada vez más complejas. La industria había comenzado a depender de ellas, al aumentar esta dependencia el tiempo improductivo de una máquina se hizo más potente. Esto llevó a la idea de que el fallo de la maquinaria se debía prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del mantenimiento preventivo. En 1960 esto se basaba en la revisión completa del material a intervalos fijos. El costo del mantenimiento comenzó a elevarse en relación con los costos de funcionamiento, se comenzaron a implantar sistemas de control y planificación. Estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido como parte de la práctica de este.

Tercera generación

Desde mediados de los años 70, el proceso de cambio en la industria ha cobrado incluso velocidad más alta. La mecanización y la automatización siguieron aumentando, se operaba con volúmenes de producción muy elevados, cobraban mucha importancia los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción. Los cambios pueden calificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, investigación y técnicas.

Cuarta generación

El crecimiento continuo de la mecanización significa que los períodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente. Esto se hace más patente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, en el que los reducidos niveles de inventario en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta. Esta consideración está creando fuertes demandas en la función del mantenimiento. Una automatización más extensa significa que existe una más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto. Al mismo tiempo, se están elevando los estándares de calidad, por lo que se crea mayores demandas en la función del mantenimiento. Además, con el aumento de la mecanización son cada más serias las consecuencias de los fallos de una planta para la seguridad y/o el medio ambiente.

Quinta generación

Esta generación está centrada en la Terotecnología. Esta palabra, derivada del griego, significa el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde el mismo comienzo (con su adquisición) hasta su propio final (incluyendo formas de disponer del mismo, desmantelar, etc.). Integra prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costos de ciclo de vida (CCV) económicos. Es aplicable en todo tipo de industria y proceso. El objetivo principal de su aplicación es mejorar y mantener la efectividad técnica y económica de un proceso o equipo a lo largo de todo su ciclo de vida. Combina experiencia y conocimiento para lograr una visión holística del impacto del mantenimiento sobre la calidad de los elementos que constituyen un proceso de producción, y para producir continuamente mejoras tanto técnicas como económicas. Además, persigue sentar las bases y reglas para la creación de un modelo de Gestión integral del mantenimiento, basado en la Gestión de Activos (Goya Rodríguez, 2017).

En la tabla 1.1 se resumen las cinco generaciones por las que ha transcurrido el mantenimiento.

1.1.2 Tipos de mantenimiento y sus características

Un resumen de los criterios expresados por autores clave en el tema del mantenimiento permite establecer que este es el conjunto integrado de los recursos humanos, materiales y tecnológicos, incluyendo la infraestructura; los que, organizados de forma coordinada y sistemática, se encargan de que el mantenimiento cumpla su función dentro de las empresas o industrias. El mantenimiento consiste en una serie de actividades con las cuales preservar la vida útil de las máquinas y equipos (Alimian et al., 2020; Ball Peter, 2020; Carlson y Sakao, 2020; Corrales Cano, 2020; Zambrano Mendoza y Rodríguez Gámez, 2020). Existen varios tipos de mantenimiento, todos con puntos fuertes y débiles.

Mantenimiento correctivo: realiza modificaciones en la instalación o en el equipamiento para devolverlo a su estado original. Es el mantenimiento apropiado en máquinas de baja repercusión en el sistema, ya que sólo se emplean recursos cuando se produce el problema (Ruiz Guangaje y Pachacama Cushincondor, 2019; Cerdán Paz, 2020; Caguanjo Maji, 2021; Badell y Austín Avila, 2021; Razzetto Canales, 2021; Siza Rey, 2022). Estos autores sitúan entre las ventajas del mantenimiento correctivo, las siguientes:

- Mayor duración de los equipos, se pueden realizar varias reparaciones y al sustituir las partes del equipo puede quedar como nuevo.
- Aumenta la confianza del personal de trabajo que usa los equipos.
- Puede aplicarse preferiblemente a los equipos con poca prioridad o importancia.

Tabla 1.1 Cinco generaciones del mantenimiento

1ra Generación 1940-1950	2da Generación 1960-1970	3ra Generación 1980-1990	4ta Generación 2000-2004	5ta Generación 2005- actualidad
Se repara cuando se avería. Mantenimiento básico y rutinario. Mantenimiento correctivo.	Mantenimiento preventivo planificado. Mantenimiento basado en tiempo. Sistema para planificar y controlar el tiempo.	Mantenimiento basado en condiciones. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Sistema de información y gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO). Mano de obra polivalente y trabajo en equipo. Proactividad y estrategia.	Inspección basada en riesgo. Mantenimiento basado en riesgo. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Monitoreo basado en condiciones. Mantenimiento asistido por ordenador y sistema de gestión e información.	Centrada en terotecnología. Aplicar mejoras y mantener efectividad técnica y económica. Integra practicas buscando costo de ciclo de vida (CCV) económico.

- Menor costo de las reparaciones.
- Uniformidad en la carga de trabajo del personal de mantenimiento debido a un programa de actividades.
- Fiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya se conoce su estado y sus condiciones de operación.

Desventajas:

- Las paradas imprevistas producen, en muchas ocasiones, gastos elevados para la empresa.
- Toda la producción podría verse comprometida, dependiendo del equipo o máquina que se ha tenido que parar.
- No se puede prever cuánto tiempo tomará la reparación de la falla.

- Las reparaciones van generando un efecto de bola de nieve: a medida que se repara una cosa, aparecerán otras y otras, por lo cual llegará un punto en que el equipo pasará más tiempo en reparaciones que funcionando. Es decir, la bola de nieve de problemas y fallas se va haciendo más grande.

Mantenimiento preventivo: es conocido como “mantenimiento planificado”, se utiliza para la prevención de averías mediante la realización de un proceso, lo que contribuye a que disminuya la probabilidad de fallo, y así aumenta la fiabilidad de la instalación. Se realiza con el fin de conservar el buen estado del equipamiento o de la instalación sin necesidad de defecto o de que presente un mal funcionamiento. Las intervenciones se pueden realizar de forma periódica o sistemática, y según el estado del componente o condicional, siendo esto último lo recomendable, al evitar sustituciones innecesarias, y, por tanto, desperdicios (Salgado Duarte, Martínez del Castillo Cerpa y Santos Fuentefría, 2018; Rubio Pacheco, 2019; Alba Rosales y Chinchay Guerrero, 2019; Siza Rey, 2022).

Ventajas:

- Se disminuye cuanto es posible la probabilidad de que los equipos y máquinas fallen y se detengan.
- Se mantiene el buen funcionamiento de las máquinas.
- Relativamente, el mantenimiento preventivo supone un costo mucho menor que el correctivo.
- Permite la realización de un plan de mantenimiento programado: Las actividades son realizadas en días específicos y con tiempos, recursos y personal previamente establecidos.
- Se optimiza el tiempo de productividad para la empresa.

Desventajas:

- Requiere conocimientos más o menos técnicos y profundos sobre los equipos y máquinas.
- Necesita de un buen control y gestión del plan de mantenimiento: Errores en este aspecto pueden ser de gran importancia, acarreando mayores gastos, intervenciones en momentos innecesarios, carencia de repuestos a tiempo, etc.

Mantenimiento predictivo: recurre al seguimiento del funcionamiento de las máquinas para determinar cuándo y dónde se puede producir el fallo y de este modo anticiparse y evitar su aparición. Aunque elimina intervenciones innecesarias, el elevado número de recursos que requiere la realización del seguimiento de los diferentes parámetros, y, por tanto, su elevado costo, sólo lo hace apropiado en instalaciones con un elevado costo de mantenimiento que resulten críticas en el sistema productivo (Ariet, 2018; Maya Velásquez, 2018; Buitrago Falcón, 2019; Vilema Lara y Gallego Lodoño, 2022).

Ventajas:

- Reemplazo de piezas o componentes justo cuando es necesario.
- Favorece al plan de mantenimiento programado.
- Representa ahorros para la empresa, ya que predice cuáles componentes están próximos a ser cambiados, lo que ayuda a reducir gastos innecesarios.

Desventajas:

- Requiere de personal capacitado para la toma e interpretación de datos, además de tener los conocimientos precisos para manejar eficazmente los equipos y herramientas de monitoreo.
- Entrenar al personal.
- Los equipos a emplear para el mantenimiento predictivo suponen una inversión considerable para la empresa, pues son equipos especializados.

Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas: consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para verificar o detectar si el sistema productivo está funcionando, a través, de los “chequeos funcionales” o “labores para encontrar fallas”. Basado en la búsqueda de fallas ocultas o no revelables (no identificadas), es imperioso hacer hincapié en el hecho de que las fallas ocultas afectan sólo a los dispositivos protectores (de vital importancia para la seguridad de los sistemas complejos y modernos). Implica el análisis de los modos de fallas, que indiquen hallazgos de síntomas señalando, a través de una demostración palpable, la presencia de problemas u oportunidades (Ariet, 2018; Colán Coronel, 2021; Melendres Quispe, 2019; Valenzuela Zela, 2021).

Ventajas:

- Es una alternativa a la hora de reducir la consecuencia negativa, producto de las fallas simultáneas que ocurren en dispositivos de seguridad o dispositivos redundantes.
- Es vital a la hora de reducir las consecuencias de los fallos ocultos
- Surge como una alternativa a los tipos de estrategia de mantenimiento tradicionales como el mantenimiento preventivo y se basan en variables diferentes a los manejos tradicionales

Es de gran importancia conocer la clasificación de los tipos de mantenimiento, para poder determinar cuál es el más apropiado para cada caso específico. Ninguno de estos tipos de mantenimiento se usa de forma exclusiva, de hecho, lo más recomendable es combinarlos en la empresa y elegir el mejor tipo a cada equipo o la planta. A la acción de combinar los distintos mantenimientos se le llama mantenimiento planificado (Mostafa, Dumrak, Soltan, 2015; Martínez Acosta, 2017; Murillo, 2017; González Pérez, 2018).

Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés): es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa: "el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos". El resultado es un sistema innovador que busca optimizar la efectividad global del equipamiento, la eliminación de roturas y el aprovechamiento de las actividades que día a día realiza un grupo de operarios autónomos. El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas, que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. Permite diferenciar a una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. El Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM) define el TPM como un sistema orientado a lograr: cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas (Rodríguez Machado, 2012; Acevedo Daria, 2018; Acuña Peña, 2019; Bueno Garay e Ybarra Razuri, 2020; Vega Consuegra, 2021).

Ventajas:

- Mejora la calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Mejorar las condiciones ambientales
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.

Desventajas

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

1.1.3 Aspectos generales sobre la Gestión del mantenimiento

Julca Valdivieso (2018) plantea que el mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones, permite eliminar condiciones inseguras que podrían afectar a las personas. El mantenimiento en la empresa incide en los costos de producción, calidad del producto, capacidad operacional, capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implementar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio. También interviene en la seguridad e higiene industrial, en la calidad de vida de los trabajadores de la entidad y en la imagen y seguridad ambiental de la compañía.

El mantenimiento adecuado tiende a alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes, evita, reduce, y en su caso, repara, las fallas de los equipos de la empresa. Disminuye la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar, evita parada de las máquinas, accidentes, incidentes y aumenta la seguridad para las personas. Conserva los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación y disminuye el costo de mantenimiento (Medina Arteaga y Ruiz Pernet, 2014; Julca Valdivieso, 2018).

La Gestión del mantenimiento es el proceso de seguimiento de los activos de la empresa y la supervisión de las actividades de mantenimiento, la organización de estas garantizará la optimización del rendimiento de cada activo. El mantenimiento, requiere mucho tiempo y esfuerzo, no se limita a la reparación de activos como equipos y maquinaria, sino que también incluye otros procedimientos como la inspección y la limpieza para mantener estos activos en condiciones de funcionamiento. Para las organizaciones que operan con múltiples equipos y maquinaria, la gestión del mantenimiento es un proceso importante a incorporar, ya que este enfoque metodológico mantendrá los procesos en orden.

Para poner las cosas en perspectiva, el mantenimiento debe hacerse periódicamente y siguiendo un calendario, con este conocimiento, un gestor puede aplicar un programa para su regulación. El programa de mantenimiento permite a los empleados gestionar mejor sus otras tareas laborales e incluir las actividades de mantenimiento sin que ello afecte al resto de sus responsabilidades del día. Esto puede hacerse manualmente o mediante una herramienta

digital que puede automatizar sus programas y la asignación de empleados. Este enfoque de gestión resuelve las limitaciones de tiempo que pueden impedir al personal llevar a cabo el mantenimiento de los equipos de forma sistemática.

Como es muy recomendable utilizar una estrategia que se adapte a los requisitos de la organización, a continuación, se ofrecen algunos consejos vitales brindados por los autores consultados sobre la estrategia de Gestión del mantenimiento (Aremu et al., 2018; Hernández Chover, Castellet Viciano y Hernández Sancho, 2020; Polenghi et al., 2021):

- Tener una lista de activos actualizada: auditar todo su equipo y maquinaria. Esta lista es el primer paso en la creación de un plan de mantenimiento y será la fuente de información sobre lo que la organización posee actualmente. Una lista de activos puede ayudar a un gestor a crear un plan de mantenimiento y programar la frecuencia con la que hay que inspeccionar, limpiar, revisar y lubricar un activo específico, entre otras actividades de mantenimiento.
- Formar a los empleados en el mantenimiento preventivo: los gestores deben formar adecuadamente al personal sobre el mantenimiento eficaz de cada activo, como la realización de un mantenimiento periódico. Este enfoque proactivo suele realizarse programando el mantenimiento antes de la tarea. Permitir a los técnicos cumplir con los plazos y realizar las actividades de mantenimiento.
- Crear una lista de control de mantenimiento: en ocasiones se olvidan ciertas tareas de mantenimiento y una forma de evitarlo es utilizar listas de control que contienen todas las tareas de mantenimiento. Esto garantiza que el mantenimiento será exhaustivo y completo. La lista de comprobación debe ser específica para el modelo de equipo y los fines de mantenimiento. Los gestores también pueden crear una lista de comprobación secuencial para un procedimiento de mantenimiento eficaz.
- Utilizar herramientas digitales: la eficiencia es clave para una gestión eficaz del mantenimiento. Ciertas herramientas digitales cuentan con funciones que ayudan a realizar un seguimiento de las actividades de mantenimiento, a crear listas de comprobación y a automatizar procesos como la programación y la asignación de tareas a determinados empleados.

Según lo planteado en la Resolución 66 (MINDUS, 2021), en la organización del sistema de Gestión de mantenimiento se deben cumplir las etapas de planificación y programación, ejecución, registro y control, y análisis y evaluación. A continuación, se exponen, a grandes rasgos, las características de las mismas.

Planificación y programación: la planificación constituye la base fundamental del mantenimiento y en ella se prevén todas las acciones de mantenimiento a cumplir en las instalaciones y activos. En la programación del mantenimiento se ordena cronológicamente todas las acciones que se planifican ejecutar sobre las instalaciones y activos. La elaboración de estos programas de mantenimiento requiere contar con el personal idóneo y las condiciones siguientes: inventarios de materias primas y materiales, control de los activos fijos, instalaciones y sistemas, disponibilidad de la información técnica, existencia de presupuestos destinados para la actividad, ciclos de mantenimiento de todos los activos con mantenimiento preventivo cíclico, contar con todos los elementos técnicos que permitan la planificación y ejecución.

Ejecución: en la etapa de ejecución se tiene en cuenta el cumplimiento de las tareas planificadas e imprevistas que requieren personal capacitado en mecánica, electricidad, automática, diseño, confección de planos y otras especialidades que son peculiares de determinados procesos de producción y la participación de empresas y unidades de servicios especializados. Para la ejecución de los trabajos es obligatorio confeccionar la solicitud por el área que la requiere y el orden de trabajo, por la ejecutora, tanto para aquellas tareas planificadas como las imprevistas, incluyendo las que van a ser contratadas con un tercero.

Registro y control: en esta etapa reviste particular importancia la fiscalización y control de los trabajos de mantenimiento y los recursos que aseguran que estos se realicen en tiempo y forma dentro de las normas establecidas para cada caso, tanto la planificación como la ejecución han de ser continuamente supervisadas, para que así cumplan con los fines propuestos.

Análisis y evaluación: tiene una importancia fundamental para la planificación y determinación de las necesidades de desarrollo y los requerimientos de nuevas inversiones. Analiza y evalúa todas las actividades de mantenimiento mediante los indicadores básicos de gestión propios de cada entidad, fundamentado en experiencias de sistemas de trabajo que evidencien buenas prácticas y resultados satisfactorios, es un sistema de evaluación continuo y sistemático. Realiza análisis basado en procesos de auditoría o diagnóstico de la Gestión del mantenimiento.

1.2 Generalidades sobre la Gestión de riesgos

El Diccionario de la Real Academia señala que la palabra riesgos se deriva del italiano “risico” o “rischio”, y este a su vez del árabe “rizq”, que significa lo que depara la providencia. Otro concepto es referido a la contingencia o proximidad de daño. El término Gestión de riesgo para las inversiones constructivas se desarrolla desde 1970, ante la necesidad de minimizar pérdidas que acontecen durante todo el ciclo de vida de cualquier proyecto.

Según Bratoy (2005) y Botín, Guzmán y Smith (2011), la Gestión de riesgos es un proceso estructurado y dinámico que engloba en sí diferentes fases correlacionadas, con el fin de minimizar los riesgos actuales o potenciales y de extraer sus posibles beneficios. Además, según Dotres Zúñiga (2018), es un proceso de toma de decisiones que presupone la situación de sentirse obligado a tomar resoluciones y ejecutarlas al saber de antemano que sus consecuencias implican la probabilidad de considerables pérdidas.

Tiene carácter integral, y debe involucrar a todos los niveles y sectores. Un riesgo nunca es único, siempre afecta otras actividades y resultados e impacta en diversos sectores socioeconómicos; y es evaluado desde una totalidad sistémica y situacional fundamentalmente cuando su manifestación es negativa. Por tal razón su objetivo general es reducirlo a un ámbito y a un nivel aceptado a partir de un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas.

La gerencia de riesgos proporciona una ventaja competitiva, en el entorno globalizado de las estrategias financieras y empresariales, a las instituciones que disponen de ella, así como un importante incremento de valor en el mercado. En cuanto a esto González, Santomil y Herrera (2020) expresan que: toda empresa debería establecer esquemas eficientes y efectivos de administración, gestión y control de todos los riesgos a los que se encuentran expuestas en el desarrollo de su negocio, conforme su objeto social, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que sobre esta materia establezcan otras normas especiales y/o particulares, ya que la administración integral de riesgos es parte de la estrategia institucional y del proceso de toma de decisiones. De una forma más reducida Valinejad y Rahmani (2018) plantean qué son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una empresa en relación con el riesgo e incluye, por norma general, la evaluación, el tratamiento, la aceptación y la comunicación de los riesgos.

El riesgo numéricamente se puede definir como la esperanza matemática de la pérdida. Si se considera un suceso con una probabilidad de ocurrencia y un daño o consecuencia, el riesgo vendrá definido por el producto de esta probabilidad por el efecto o magnitud del daño. Es el resultado de la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de un peligro definido (problema, fallo, accidente, catástrofe natural, fraude, error humano, etc.) y de la severidad o magnitud de las consecuencias de este hecho indeseable en caso de que ocurra. En las expresiones 1.1 y 1.2 se muestra cómo se puede calcular el riesgo (Rodríguez Díaz, 2014; Betancourt Conde, 2016; Kamsu Foguem, 2016; Kiran y otros 2016; Goya Rodríguez, 2017).

$$\text{Riesgo} = P \times C \tag{1.1}$$

donde:

P: probabilidad de ocurrencia; siendo $0 \leq P \leq 1$

C: Consecuencia o daño

Una definición equivalente se puede obtener al sustituir la probabilidad de ocurrencia por la frecuencia con que ocurre un fallo y las consecuencias que podrían traer consigo por la severidad de los daños:

$$\text{Riesgo} = F \times S \quad (1.2)$$

donde:

F: Frecuencia de ocurrencia

S: Severidad

Los efectos se pueden medir en diferentes unidades: en términos económicos, en pérdida de vidas humanas, en daños personales, etc.

1.2.1 Procedimientos de Gestión de riesgos

En el ámbito de la Gestión de riesgos existen numerosas normas que los profesionales del sector deben conocer. Estas normas están orientadas a ordenar la gestión de las empresas en distintos sectores y son emitidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO). Su utilidad radica en que funcionan como un lenguaje común entre organizaciones. De esta forma, el cumplimiento de una norma ISO permite a una empresa demostrar que cumple con unos requisitos de calidad que son reconocidos internacionalmente. Aunque son muchas las normas de Gestión de riesgos, hay algunas cuyo conocimiento es imprescindible para los profesionales del sector, dígase (Gutiérrez Rivera, Murcia Mendoza, 2021):

- NC ISO 31 000. Su propósito es ayudar a las organizaciones a mejorar la eficacia de sus esfuerzos en Gestión de riesgos. Su última actualización es la 31000:2018, Gestión de riesgos: este documento proporciona directrices para gestionar el riesgo al que se enfrentan las organizaciones, las cuales pueden adaptarse a cualquier empresa y a su contexto para gestionar cualquier tipo de riesgo y no son específicas de una industria o un sector. Está estructurada en tres elementos clave para una efectiva gestión de los mismos: los principios para su gestión, la estructura de soporte y el proceso de gestión, los cuales se muestran en la figura 1.3. El objetivo general de este marco es el desarrollo de una cultura de gestión del riesgo en el que todos los titulares de la apuesta de la entidad son plenamente conscientes de la importancia crítica de la supervisión y la gestión del riesgo y permite identificar a los propietarios de riesgo, que es una necesidad para la rendición de cuentas, la comunicación adecuada y la ejecución de programas de formación en toda la organización. Es una revisión de los desafíos actuales que enfrentan las entidades en la asignación de recursos para las pautas de ERM y se establecen normas profesionales relacionados con la gestión del riesgo

de todas las industrias, todas las disciplinas y todas las instituciones públicas, privadas, con fines de lucro o sin fines de lucro en todo el mundo. Es decir, todas las organizaciones pueden gestionar sus riesgos de una forma diferente.

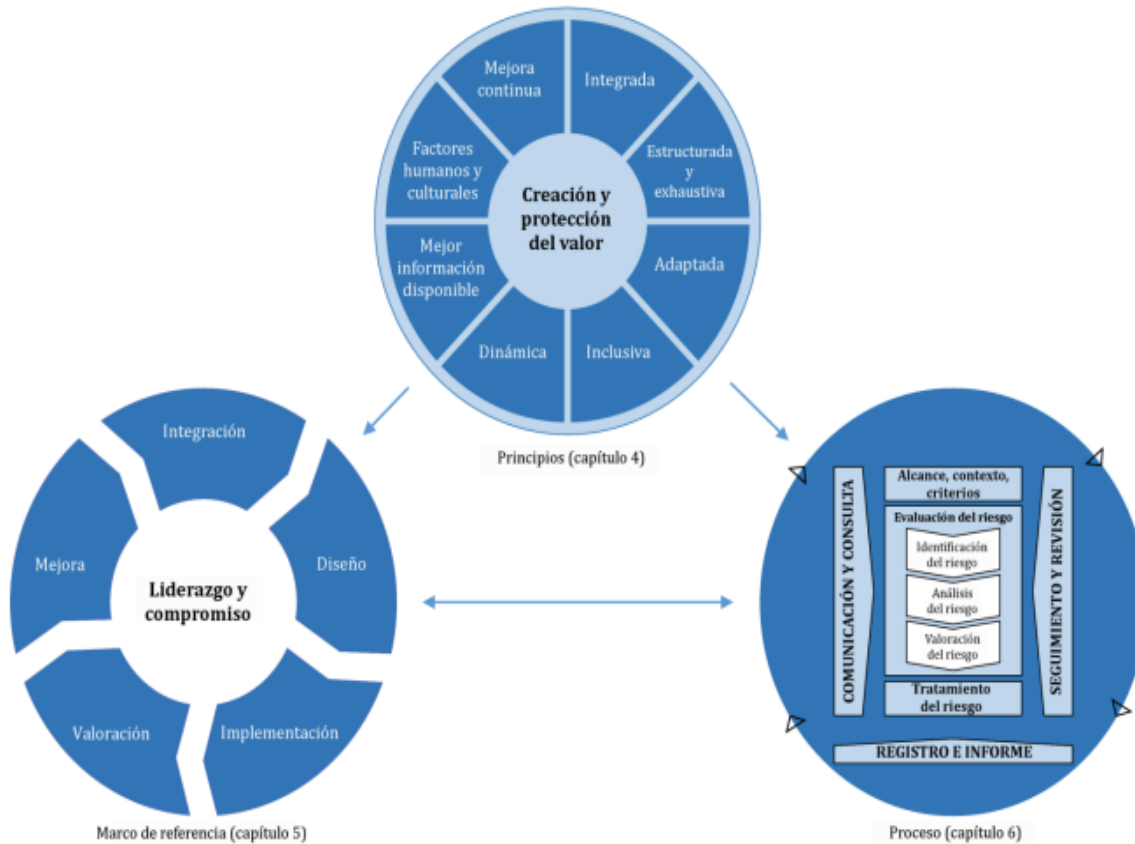


Figura 1.3. Relación entre el proceso, los principios y el marco de la Gestión de riesgos.

Fuente: ISO 31000 (2018).

- NC ISO 9001, Riesgos asociados a la calidad de los productos y servicios: En organizaciones de ámbito público y privado se puede aplicar esta norma si se desea implantar o mantener un sistema de gestión relacionado con la calidad, independientemente del sector al que pertenezcan, para garantizar a sus usuarios que la calidad de los servicios o productos ofrecidos cuentan con la calidad exigida a nivel internacional.
- NC ISO 14001, Riesgos ambientales: esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede usar para mejorar su desempeño ambiental, y abarca los efectos potenciales adversos (amenazas) y los efectos potenciales beneficiosos (oportunidades).
- NC ISO 45001, Riesgos de seguridad y salud del trabajo (SST): el objetivo y los resultados previstos del sistema de gestión de la SST es prevenir lesiones y deterioro de la salud

relacionados con el trabajo a los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables; en consecuencia, es de importancia crítica para la organización eliminar los peligros y minimizar los riesgos para la SST, tomando medidas de prevención y protección eficaces.

- NC ISO 22001, Riesgo relacionado con la inocuidad de los alimentos: establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos (SGIA) y está dirigida a las organizaciones involucradas directa o indirectamente en la cadena alimentaria.
- NC ISO 27001, Riesgos de seguridad de la información: permite la gestión y control de los riesgos de la seguridad de la información en las organizaciones para las cuales la información y la tecnología son activos importantes de su negocio.
- COSO ERM, Marcos reguladores básicos de riesgo y cumplimiento en temas de control interno: la gestión de riesgos corporativos se debe a que las entidades existen con el fin último de generar valor para sus grupos de interés. Todas se enfrentan a la ausencia de certeza y el reto para su dirección es determinar cuánta incertidumbre se puede aceptar mientras se esfuerzan en incrementar el valor para sus grupos de interés. Tiene como objeto determinar los aspectos que pueden comprometer la consecución de los objetivos de la entidad, todo ello basado en un grado de seguridad razonable que advierte a la dirección de la existencia de un peligro (riesgo). Luego se procede a su análisis, lo que incluye: la estimación de la pérdida o costo de cada riesgo, su probabilidad de ocurrencia y el establecimiento de las medidas para su gestión. Este informe deja a un lado los métodos de análisis de riesgo presentando un enfoque ambiguo para el estudio de la probabilidad de ocurrencia, un uso de fuentes no precisas para los análisis de las pérdidas y, finalmente, una clasificación cualitativa de los riesgos, para la cual se ofrecen muy pocas aclaraciones adicionales.

La Resolución 60: 2011 (proceso integrado a las operaciones con un enfoque de mejoramiento continuo, se implementa mediante un sistema integrado de normas y procedimientos, que contribuyen a prever y limitar los riesgos internos y externos), adolece de una evaluación del nivel de prioridad de los riesgos identificados. Una vez clasificados los riesgos en internos y externos, por procesos, actividades y operaciones, y evaluadas las principales vulnerabilidades, se determinan los objetivos de control y se conforma el Plan de prevención de riesgos para definir el modo en que habrán de gestionarse (Gómez Orjuela y Valencia Valencia, 2021).

En Cuba es de obligatorio cumplimiento lo estipulado en la Resolución 60: 2011 cuando se aborda lo referente a la Gestión de riesgo. Por otro lado, según lo analizado hasta el momento,

siempre que se desarrollan estudios de este tipo resulta pertinente analizar los elementos planteados en la ISO 31000. En este sentido, Bencomo Fariñas (2019) analiza los elementos en común y las diferencias entre estas dos normativas (ver tabla 1.2), las cuales se deben tener en cuenta cuando se utilizan ambas para estudios de Gestión de riesgos en empresas cubanas.

Tanto la Norma ISO 31 000 (2018), como la resolución no. 60 del 2011, instituyen el marco de trabajo fundamental para desplegar el proceso de Gestión de riesgos en el entorno empresarial cubano. Ambas normativas poseen limitaciones para su implementación. La primera, dado su carácter de no obligatoriedad, aún está lejos de arraigarse en el seno de las empresas cubanas y solo las entidades exitosas la acogen como referente para la gestión. La segunda, su promulgación data del año 2011, por lo que no reconoce los cambios producidos en el entorno hasta el presente y carece de complementarios que establezcan la manera de cómo hacer (Guerrero Aguiar et al.; Roque González et al.; Anido Escobar et al.; 2020).

Tabla 1.2. Exigencias del marco legal cubano

Resolución no. 60 del 2011	NC ISO 31000:2018
Identificación y análisis de los riesgos	Comunicación y consulta
Clasificación en internos y externos, por procesos, actividades y operaciones	
Evaluar principales vulnerabilidades	Establecimiento del contexto:
Determinar los objetivos de control	
Determinar causas, consecuencias y posibles manifestaciones negativas	Apreciación del riesgo
Determinar las medidas de control necesarias, con responsable, ejecutante y fecha de cumplimiento	Tratamiento del riesgo
Conformar el Plan de Prevención de Riesgos	Seguimiento y revisión
Realizar autocontrol	

Fuente: Bencomo Fariñas (2019).

La identificación y Gestión de riesgos en las organizaciones es un aspecto clave del que depende en gran parte el éxito de la organización, su permanencia en el mercado y hasta el bienestar de las partes involucradas en la gestión de la misma. La Gestión de riesgos tiene un espectro amplio de aplicación, tanto en temas corporativos, de seguridad y salud, de medio ambiente, de seguridad de la información, entre otros. Por ello existen diferentes metodologías propuestas para la gestión de los mismos, si bien la organización puede definir su propia metodología, o adaptar alguna existente de acuerdo a las necesidades.

1.3 La Gestión del riesgo en el proceso de Gestión de mantenimiento

La gestión del riesgo es una temática actual, considerada una nueva forma de organización, aunque de igual manera, se reconocen las dificultades para su implementación y seguimiento (Martínez Hernández, Blanco Dopico, 2017). Bericiarto Pérez et al. (2017) la sitúan como un elemento importante a tener en cuenta en el desarrollo de la actividad empresarial,

precisamente, en el centro de preocupación de la administración. Es abordada por diversos especialistas desde miradas distintas, por lo general en: el riesgo financiero, los riesgos laborales y la atención a los riesgos asociados al cumplimiento de la estrategia organizacional (Toro Díaz, Palomo Zurdo 2014; García Pulido, Castillo Zúñiga, Medina León et al, 2017; Oviedo Rodríguez, Medina León, Negrín Sosa, Carpio Vera, 2017). Gestionar los riesgos correctamente puede ocasionar un efecto positivo, una Fuente de oportunidades que propicia la mejora de los procesos empresariales o de los seres humanos (Soler González, Varela Lorenzo, Oñate Andino, et al.2018), con orientación a procesos, contribuye a una mejor identificación y tratamiento de éstos, a tener mayor precisión de las actividades a realizar y a la consecuencia de los objetivos.

La gestión de riesgos es el conjunto de elementos de control que permite encausar los objetivos institucionales al identificar oportunidades para un mejor cumplimiento de su función o aumentar la confianza y satisfacción de las partes interesadas (Alzate Ibañez, 2017). Puede considerarse como la aplicación de estrategias y políticas a seguir para disminuir las consecuencias adversas que puedan provocar los riesgos, lo que permite agregar valor a los bienes, productos o servicios. De igual forma, es uno de los elementos más renovadores a considerar en el direccionamiento estratégico y el fortalecimiento del control interno, donde el hombre, como activo más importante, se ocupa de su identificación, tratamiento, revisión y monitoreo permanente (Hasper Tabares, Correa Jaramillo, Benjumea Arias et al., 2017). A nivel internacional se trabaja para apoyar su implementación desde diferentes normas, tales como: la UNE ISO 31000, el estándar australiano y el COSO. Así también, la efectividad de la gestión depende de la precisa identificación de los riesgos y factores asociados, lo que permite tomar acciones para prevenir eventos o mitigar su efecto. Por otra parte, la resolución no. 60 del 2011, es la normativa que rige el control interno en Cuba, en su segundo componente incorpora la gestión y prevención para propiciar una cultura de riesgo organizacional. Utilizada para la identificación y tratamiento de los riesgos desde el plan de prevención. En consonancia, para complementar el proceso de implementación de la gestión del riesgo, la Oficina Nacional de Normalización adopta la NC ISO 31000:2018, forma que establece los principios a satisfacer por la organización para realizar la gestión del riesgo de forma eficaz (Guerrero Aguiar, Medina León, Nogueira Rivera, 2020).

El Sistema de Mantenimiento Basado en el Riesgo o Sistema de Mantenimiento Centrado en el Negocio (BCM, por sus siglas en inglés), provee una metodología para decidir objetivos de mantenimiento, formular los planes de vida de los equipos y la programación de mantenimiento de las plantas, diseñando la organización de mantenimiento y estableciendo un sistema

apropiado de documentación y control. Este sistema presenta un marco de referencia sistemático, basado en traducir los objetivos empresariales en objetivos de mantenimiento, que persiguen formular planes de vida de equipos y programas de mantenimiento de planta, diseñar la organización respectiva y establecer los sistemas apropiados de documentación y control (Guillén et al., 2016; Kamsu Foguem, 2016; Kiran et al., 2016; Pérez González, 2016).

Esta filosofía defiende una metodología de aproximación terotecnológica orientada a optimizar los costos totales de mantenimiento en el ciclo de vida asociado al equipamiento, en contraposición al proceso de adquisición de activos limitado a consideraciones de performance y costo de capital. Además, usa juicios de ingeniería y experiencia como la base para el análisis de probabilidades y consecuencia de una falla, los resultados son dependientes de la experiencia y conocimientos de los expertos. Los resultados son emitidos en términos como alto, medio, bajo, etc. u otros datos numéricos. Autores como Mora Gutiérrez (2012), Rodríguez Díaz (2014) y Hernández Alfonso (2017), definen las características principales del sistema basado en el riesgo, como:

- Acabado análisis de confiabilidad, mantenibilidad y seguridad, con la participación conjunta del propietario, operador y responsables del diseño, manufactura e instalación.
- Evaluación de aprovisionamiento de repuestos, capacitación del personal de mantenimiento y los servicios de apoyo de proveedores.
- Un sistema de registro y análisis de fallas e identificación de áreas con alto costo de mantenimiento, desde la puesta en marcha hasta el reemplazo de la planta, destinado a formular modos de acción conducentes a minimizar costos directos e indirectos de mantenimiento (Amendola, 2010).

Una de las causas fundamentales de la alta contribución del mantenimiento a los problemas de seguridad y disponibilidad de las instalaciones es la insuficiencia de los sistemas de gestión de mantenimiento para resolver de forma equilibrada los problemas de seguridad y disponibilidad de las mismas. El impacto del mantenimiento se aprecia, entre otros, en errores humanos que desalinean equipos de seguridad, en problemas de calidad que se traducen en incrementos de la probabilidad de falla de los equipos sometidos a mantenimiento o en errores de programación que provocan configuraciones críticas por mantenimientos simultáneos de sistemas de seguridad.

El análisis de los riesgos permite tratar profundamente los problemas técnicos y de errores humanos que pueden aparecer durante la Gestión del mantenimiento. En general, la disponibilidad de estos contribuye al establecimiento de prioridades para la Gestión del

mantenimiento basadas en resultados de los análisis de confiabilidad y riesgo. Su implementación puede ayudar en múltiples áreas objeto de optimización como la clasificación de equipos, la garantía de calidad, el diagnóstico predictivo, la programación y las piezas de repuesto posibilitando centrar su potencialidad en la priorización de esfuerzos y en la determinación de las intervenciones de mantenimiento más eficaces y efectivas para garantizar la funcionalidad de la empresa, aunque los sistemas de Gestión del mantenimiento actuales adolecen del enlace necesario con los resultados de los análisis de confiabilidad y riesgo. A continuación, se especifican determinados elementos de cómo funciona la Gestión del mantenimiento que demuestran lo anteriormente planteado:

1. Actualmente marchan de manera separada los sistemas de Gestión del mantenimiento y las herramientas de optimización del mantenimiento basadas en confiabilidad y/o riesgo.
2. No está resuelta la incorporación a la Gestión del mantenimiento de herramientas basadas en modelos con enfoque en sistema, que resultan necesariamente de mayor complejidad, como los análisis de confiabilidad y/o riesgo.
3. La determinación de prioridades para el mantenimiento basadas en criterios de confiabilidad es limitada. Esta tarea se realiza en ocasiones con herramientas ajenas a la gestión, lo que limita la aplicación de sus resultados.

1.4 La Gestión del riesgo en el proceso de Gestión de mantenimiento en Cuba

En Cuba son escasas las aplicaciones acerca de la Gestión del mantenimiento basado en el riesgo. Durante el transcurso de la investigación se encontraron diversas investigaciones las cuales se dividen en dos grupos. Primero se encuentran las realizadas por Polo Salgado (2011) y Fernández Llanes (2011), los cuales proponen una metodología basada principalmente en el FMEA y realizan su aplicación en las empresas “Combinado de Productos Lácteos” y “Empresa Agropecuaria Militar Cuba Soy” pertenecientes a la provincia Ciego de Ávila, en estas propuestas no se tuvo en cuenta el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) para priorizar las causas sobre las cuáles habrá que actuar para evitar que se presenten los modos de fallo .

Por otra parte se encuentran los trabajos Aguilar del Oro (2012) en la aplicada en la Empresa Mecánica “Indalecio Montejo” de Ciego de Ávila, Pérez González (2016), Machado Cárdenas (2017), Acevedo Daria (2018), Conesa Díaz (2019) y Ruiz Cuan (2019), los cuales también proponen una metodología basada principalmente en el FMEA y realizan su aplicación en las empresas “UEB Elpidio Sosa, Electroquímica”, “Hotel Playa Cayo Santa María”, también en Hoteles de la Cayería Norte todos estos pertenecientes a la provincia de Villa Clara y Unión Básica de Inversiones (UBI) de ALMEST en Topes de Collantes, perteneciente a la provincia

Santis Spíritus, respectivamente. Esta vez sí se calculó el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) como punto de partida para el mejoramiento del nivel de riesgo en cada uno de los modos de fallo.

Algunas investigaciones en cuanto a la Gestión de riesgo en el proceso de mantenimiento, son las ejecutadas por Goya Rodríguez (2017), Martínez Acosta (2017), González Pérez (2018), Vega Consuegra (2021), las cuales emplean el procedimiento desarrollado por Rodríguez Díaz (2014) para la definición de acciones de mejora a este proceso. Todas ellas emplean como herramienta la Hoja de Trabajo del AMFE, desarrollándola a cabo a partir de las etapas características de la planificación, organización, ejecución y control, para identificar, de forma sistemática, las debilidades en la UEB Combinado Cubanacan, la Fábrica de Cigarro “Juan de Mata Reyes”, la Empresa Comercializadora de Combustible, la Empresa “Pesquera Industrial de Caibarién” y “Sucursal CIMEX Sancti Spíritus” respectivamente. La propuesta de Rodríguez Landestoy (2021) realiza la identificación de las mejoras al proceso de Gestión de mantenimiento a partir de los elementos establecidos en la Norma ISO 31 000 (2018).

1.5 Conclusiones parciales

1. La Gestión de riesgo se ha convertido en una materia primordial en el adecuado desempeño de los procesos empresariales, dado que se encuentra orientada a dirigir y controlar que una vez que aparezca una nueva fuente de riesgo, exista un mecanismo para su detección, análisis, evaluación y control. Íntimamente relacionada con la Gestión de riesgos está la Gestión de mantenimiento, complemento necesario para la garantía de calidad en el funcionamiento y sostenibilidad de la empresa.
2. En toda función empresarial, en especial dentro del proceso de Gestión del mantenimiento, la Gestión de riesgo es un elemento fundamental a considerar; sin embargo, son pocas las investigaciones que han interrelacionado estos dos aspectos en la función empresarial. La propuesta de Rodríguez Landestoy (2021) se considera acertada para el objeto de estudio práctico de la investigación.

CAPÍTULO II. DEFINICIÓN DE ACCIONES DE MEJORA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAL “ÁNGEL VILLARREAL BRAVO”, BASADO EN ELEMENTOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

Con el fin de tributar a la solución del problema científico de investigación y como respuesta a lo expuesto en las conclusiones parciales del capítulo anterior derivadas de la construcción del marco teórico referencial, en el presente capítulo se expone un procedimiento general, con sus procedimientos específicos asociados, para contribuir al proceso de toma de decisiones vinculado a la definición de acciones de mejora en el desarrollo de la Gestión de riesgos en el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”.

2.1 Caracterización del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de mantenimiento

En la figura 2.1 se muestra el procedimiento seleccionado, el cual sirve de soporte al proceso de toma de decisiones vinculado a la definición de acciones de mejora del proceso de Gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta el análisis de riesgos en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”, incorporándose de forma oportuna elementos novedosos de la Gestión de riesgos. A continuación, se exponen, de manera general, cada una de las fases del procedimiento, detallando sus etapas y sus características.

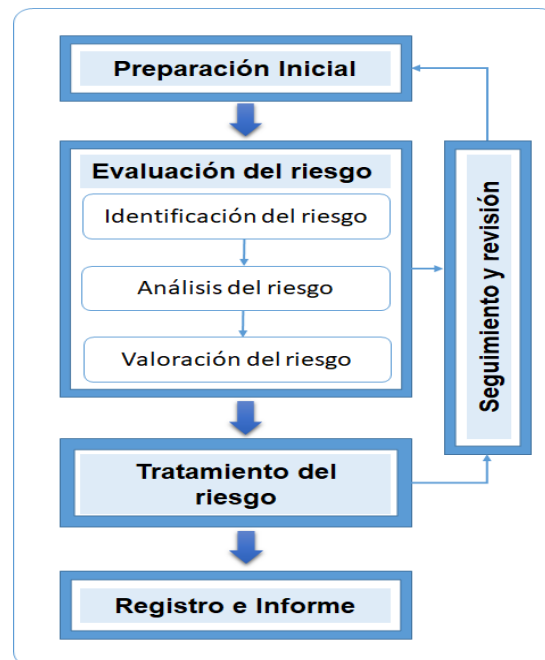


Figura 2.1. Procedimiento general para la definición de acciones de mejora del proceso de Gestión del mantenimiento basado en la Gestión de riesgos.

Fuente: Rodríguez Landestoy (2021).

Fase 1. Preparación inicial

En esta fase se crean todas las condiciones básicas para el desarrollo y aplicación de las diferentes etapas del procedimiento. Posee dos etapas, la primera consiste en conformar el grupo de trabajo encargados de dirigir y ejecutar el desarrollo de la investigación. En la segunda etapa se realiza la identificación del contexto externo e interno donde se desarrolla el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”.

Fase 2. Evaluación del riesgo

Esta fase se define el proceso global de riesgos, que incluye su identificación, análisis, y valoración. Se clasifican los riesgos según su importancia, causas, consecuencias y probabilidades de ocurrencia. Para su desarrollo se conforma un grupo de expertos con conocimientos suficientes sobre el proceso estudiado. Las tres etapas que conforman la fase se explican a continuación.

Etapa 1. Identificación del riesgo: el propósito es encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden ayudar o impedir a la empresa lograr sus objetivos. Para la identificación de los riesgos es importante contar con información pertinente, apropiada y actualizada. Esta fase es desarrollada a través de la “Hoja de trabajo de información del AMFE”, presentada en la figura 2.2, cuyo levantamiento debe comprender los elementos: desglose funcional, fallo funcional, modo de fallo (causas del fallo funcional), y efectos de los fallos, fundamentalmente.

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE	PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA		HOJA	
	SUBPROCESO:		REF	Revisado por:	FECHA		DE	
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE LOS FALLOS		S	O	D	NPR

Figura 2.2. Modelo de la Hoja de Trabajo del AMFE.

Fuente: Betancourt Montero (2016).

Etapa 2. Análisis del riesgo: tiene como propósito comprender la naturaleza del riesgo y sus características, incluyendo, cuando sea apropiado, el nivel del riesgo. El análisis del riesgo

implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, consecuencias, probabilidades, eventos, escenarios, controles y su eficacia. Un evento puede tener múltiples causas y consecuencias y puede afectar a múltiples objetivos. Se puede realizar con diferentes grados de detalle y complejidad, dependiendo del propósito del análisis, la disponibilidad y la confiabilidad de la información y los recursos disponibles. Las técnicas de análisis pueden ser cualitativas, cuantitativas o una combinación de éstas, dependiendo de las circunstancias y del uso previsto.

A través del procedimiento específico que se muestra en la figura 2.3 se realiza el análisis de riesgo. Puede apreciarse que la misma está compuesta por dos pasos que expresan la función de cada elemento que las componen en el análisis de riesgos, el primero de ellos está dirigido a la determinación de los componentes del Número de Prioridad de Riesgo (NPR), díjase: clasificar la probabilidad de ocurrencia (O), clasificar la gravedad del fallo (S) y clasificar la probabilidad de no detección (D); y en el segundo paso se realiza el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) en sí, este no es más que el producto entre los componentes anteriormente determinados. El valor obtenido sintetiza la detección de los fallos potenciales facilitando así la posterior toma de decisiones.

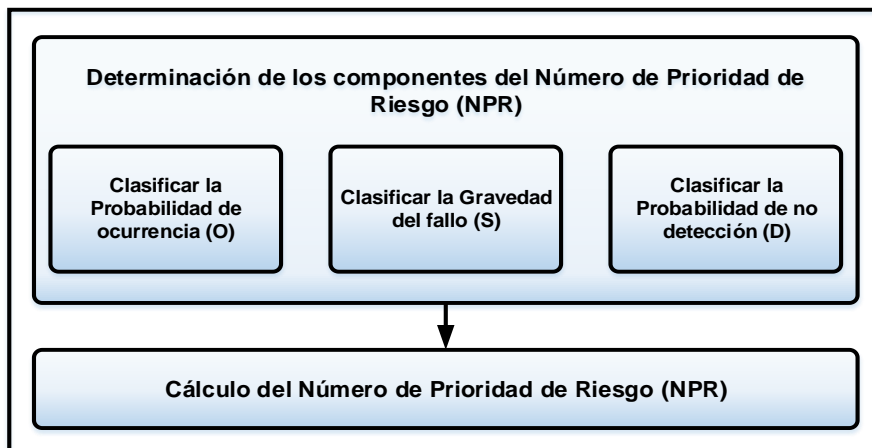


Figura 2.3. Procedimiento específico para la determinación del NPR.

Fuente: Betancourt Montero (2016).

Etapa 3. Valoración del riesgo: su objetivo es apoyar a la toma de decisiones. La valoración del riesgo implica comparar los resultados del análisis con los criterios establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional.

En esta etapa, a partir de los valores del NPR, obtenidos en la etapa anterior, se puede evaluar el riesgo en función del rango (intervalo) donde se encuentre este indicador. Según la ISO 31000 (2018) el riesgo puede ser clasificado en estas categorías: muy alto, alto, medio y bajo

riesgo. La definición de los intervalos de valores del NPR característicos de cada nivel de riesgo se recomienda especificarlos en una tabla como la 2.1.

Tabla 2.1. Niveles de riesgo del fallo propuestos

Niveles de riesgo	Valor del NPR
Muy alto riesgo	
Alto riesgo	
Riesgo medio	
Riesgo bajo	

Fase 3. Tratamiento del riesgo

Esta fase cuenta con dos etapas, la determinación de acciones de mejora a aplicar al componente asociado al modo de fallo correspondiente (mediante la Hoja de trabajo de decisión del AMFE, figura 2.4) y realizar la programación de las mejoras. Esta fase está orientada a la determinación del plan de mejoras; este documento ha de listar un grupo de tareas a realizar, el personal responsable con un nivel de conocimientos específicos sobre el proceso o activo objeto de estudio y frecuencia explícita de estas faenas. Para la generación de la planificación de éstas se utilizarán los datos obtenidos del análisis AMFE. Con esta información se pueden elaborar los solucionarios de fallos y definir las especificaciones pertinentes para el desarrollo de la planificación de las acciones necesarias en cada proceso, en aras de disminuir el riesgo hasta niveles permisibles o eliminarlo.

HOJA DE TRABAJO DE DECISIÓN DEL AMFE		Evaluación inicial:		Evaluación de seguimiento:				Acciones de mejoras	A realizar por	Intervalo inicial	NPR mejorado estimado										
		Fecha de evaluación anterior:		Fecha de evaluación actual:							S	O	D	NPR							
#	Modo de Fallo	Gravedad del fallo				Probabilidad de ocurrencia				Probabilidad de no detección				Evaluación del riesgo							
		A	M	M	B	A	M	M	B	A	M	M	B	A	T	I	M				

Figura 2.4. Hoja de trabajo de decisión del AMFE.

Fuente: Betancourt Montero (2016).

Fase 4. Seguimiento y revisión

Esta fase requiere de una revisión continua donde la frecuencia dependerá de las necesidades de información de los responsables que intervienen en los procesos. Los riesgos son dinámicos,

por lo que deben ser monitoreados y revisados constantemente, dada su evolución continua. Este proceso de revisión debe incluir a todas las partes interesadas, tanto a nivel interno como externo, asegurando así la mejora continua de los procesos de Gestión de riesgos. De manera general, esta fase tiene lugar en todas las etapas del proceso e incluye planificar, recopilar y analizar información, registrar resultados, y proporcionar retroalimentación.

Fase 5. Registro e informe

Esta fase es la que permite que el proceso de Gestión de riesgo se pueda documentar e informar a través de mecanismos apropiados. Posibilita dar a conocer las actividades realizadas y proporciona información para la toma de decisiones. Es un aspecto integrador que registra las interacciones entre las partes interesadas, incluyendo a las personas que tienen la responsabilidad y la obligación de rendir cuenta de las actividades de la Gestión de riesgo. Se debe integrar a los planes y procesos de la gestión de la organización, en consulta con las partes interesadas apropiadas. Deben estar representados los informes y seguimiento requeridos y los plazos previstos para la realización y la finalización de las acciones.

2.2 Caracterización de la Empresa Industrial Ángel Villarreal Bravo

La investigación se desarrolla en la Empresa Industrial "Ángel Villarreal Bravo", conocida como MINERVA, fundada en diciembre del año 1995, perteneciente al GESIME (Órgano Superior de Dirección Empresarial) y al MINDUS (Ministerio de Industria); ubicada en la Calle C, No.11 e/ Circunvalación Norte y Carretera a Planta Mecánica, Reparto Riviera, en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. Tiene como política de calidad, producir y comercializar ciclos, sillas de rueda y estructuras metálicas para todo el territorio nacional, satisfaciendo de forma permanente las necesidades de los clientes y superando sus expectativas como productos de alta calidad y beneficio social. Para ello cuentan con una dirección estratégica y un personal calificado, comprometidos a certificar y mantener el Sistema de Gestión de Calidad, cumpliendo con los requisitos legales y reglamentarios aplicables, según la norma NC-ISO 9001:2015. De esta forma, MINERVA cubre los objetivos trazados, lo que permitirían identificar y priorizar las oportunidades y gestión de riesgos alcanzando la mejora continua, la eficacia y la eficiencia en su gestión empresarial. La empresa presenta la estructura organizativa que se muestra en la figura 2.5 y cuenta con la plantilla de personal que se presenta en la tabla 2.2.

La misión de la empresa es producir y comercializar, amplia gama de ciclos y sus componentes, estructura y elementos metálicos con diversos fines, sillas de rueda para beneficio social, en el territorio nacional, ofreciendo seguridad, garantía a sus clientes con los niveles de responsabilidad y calidad que exige el mercado y los requisitos técnicos establecidos para estos productos, aprovechando su capacidad tecnológica y elevada preparación de su capital

humano, favoreciendo la sustitución de importaciones y promoviendo las exportaciones. Mientras que su visión se define como: empresa que se caracteriza por la excelencia empresarial y la competitividad en la producción y comercialización de ciclos y sus componentes, sillas de rueda así como elementos y estructura metálicas para diversos fines, logrados con su capital humano altamente capacitado profesionalmente y sustentado en un eficiente proceso de innovación tecnológica, satisfaciendo las necesidades de los clientes y sus expectativas que posibilita liderazgo en el mercado nacional y tener una fuerte posición en el área de Centroamérica y el Caribe.

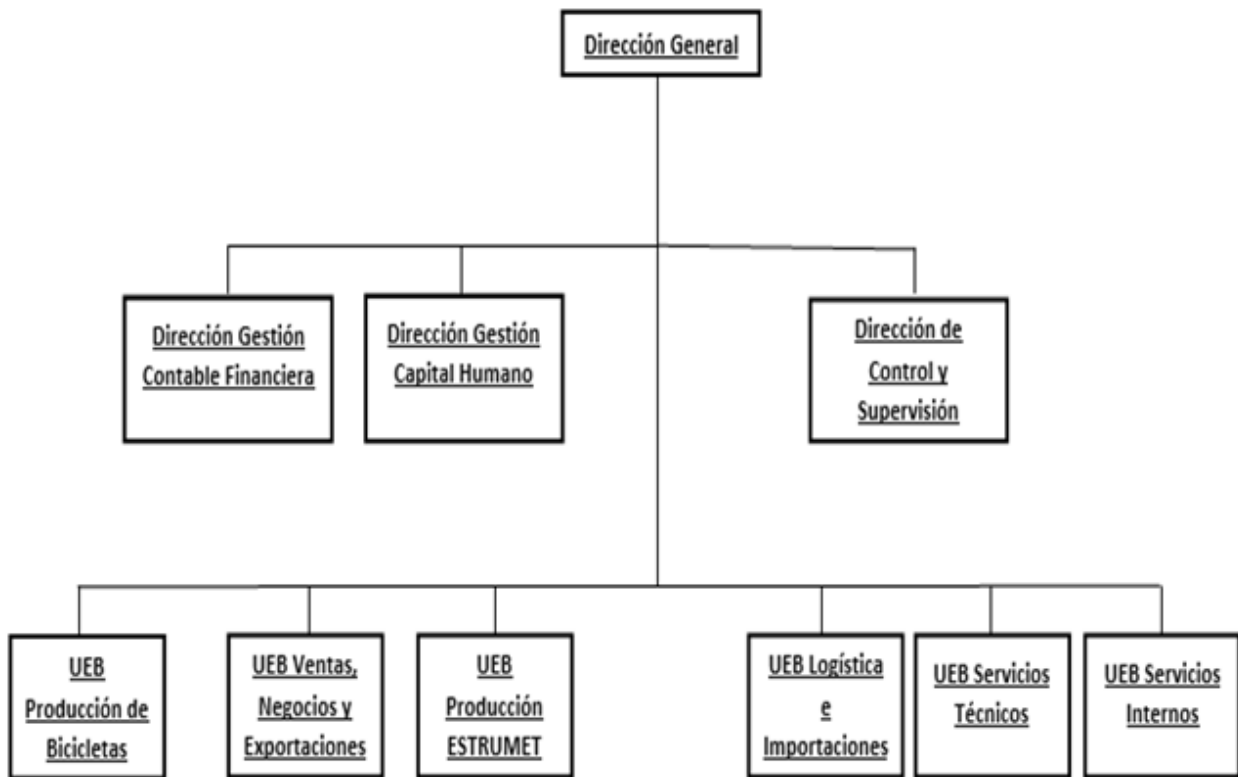


Figura 2.5. Estructura empresarial Empresa Industrial “Ángel Villareal Bravo”.

Fuente: documentos de la empresa.

Tabla 2.2. Plantilla de personal de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”

Categoría	Plantilla de la empresa	
	Aprobada	Cubierta
Cuadro	11	11
Operarios	252	187
Técnicos	91	76

Servicio	26	22
Graduados sin plazas	--	8
Total	380	304

Fuente: documentos de la empresa.

2.2.1 Caracterización del área de mantenimiento de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”

La empresa utiliza el mantenimiento mixto y centralizado. Mixto porque incluye mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, que se aplican de acuerdo al tipo de equipo, por su construcción, a su importancia en el proceso, y a las condiciones ambientales donde está ubicado el mismo; y centralizado porque todo el personal operativo está bajo el mando único de mantenimiento.

Estos tipos de intervenciones que a continuación se relacionan y se ejecutan en la entidad, se realizan con el objetivo de mejorar la efectividad del mantenimiento, mediante el establecimiento de un sistema de trabajo que permita alargar la vida útil del equipamiento, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la disponibilidad y la confiabilidad hasta el nivel preciso que permitan asegurar el cumplimiento de los planes productivos.

Inspecciones cotidianas: se inspeccionan fundamentalmente los equipos que se encuentran bajo las condiciones de mantenimiento correctivo. Se considera importante en estas inspecciones la limpieza del equipo, la lubricación, salideros u otros aspectos significativos que atenten contra la vida útil del mismo. Se efectúan en recorridos por los talleres, en caso de encontrar equipos con problemas se informa al Jefe de Brigada de Mantenimiento por escrito. Estos recorridos son realizados por el Jefe de taller, Jefe de brigada eléctrico/mecánico o los técnicos del área indistintamente.

Inspecciones especiales planificadas: se realiza a aquellos equipos que son considerados importantes dentro del proceso productivo o de servicios, así como a los de puesta en marcha. Las inspecciones a realizar se hacen a través de la Guía específica de cada equipo.

Servicios técnicos: estos comprenden la limpieza general del equipo; la reparación o ajuste de los mecanismos, en caso de necesitarlo, cambiar componentes o elementos; la revisión del sistema de lubricación (copillas, niveles de aceite, eliminar salideros de aceites en caso de tenerlos) y de los sistemas hidráulicos; la limpieza y ajuste de elementos eléctricos, y pintarlos si es necesario; y velar que se cumplan las normas de explotación de los mismos.

Reparaciones: se ejecuta a los equipos que por la planificación lo requieran. Se aplica el contenido de trabajo de los Servicios técnicos. Se reparan o cambian elementos importantes

como correas, rodamientos, mangueras, fusibles etc., así como el cambio de piezas desgastadas. Se realiza limpieza general a todos los depósitos de aceite y refrigerantes.

Reparaciones generales: son contratadas con terceros en casi todos los casos.

Mantenimiento correctivo: se corrigen o reparan fallos después que estas hayan ocurrido, se aplica a equipos de larga vida útil y fácil de reparar como ventiladores, mesa de inspección y ajuste, amoladoras, pulidoras, lijadoras manuales, taladros de mesa y otros equipos que por su construcción lo requieran.

Mantenimiento preventivo: su función es la de disminuir las probabilidades de pérdidas y fallos en el proceso productivo, realizando reparaciones después de un periodo de tiempo preestablecido como prensas, tornos, grúas, etc.

Mantenimiento predictivo: es necesario un conocimiento profundo del estado real de la maquinaria, observando el comportamiento y funcionamiento de la misma mediante una serie de controles periódicos o continuos y actuando cuando se detecten posibles anomalías, como compresores, calderas, cizallas, laminadores, etc.

El área de mantenimiento persigue una serie de objetivos, dígase: cumplir un valor determinado de disponibilidad y de fiabilidad; asegurar una larga vida útil de instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta; conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación; implementar lo indicado en las resoluciones 66 y 67 del MINDUS; cumplir la ejecución del plan de mantenimiento proyectado para el año a más del 85%; alcanzar la certificación de los medios de izaje de todos los talleres productivos; y mantener la disponibilidad técnica y funcionamiento de las máquinas instaladas en la industria a más de un 85%.

La estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigirlo, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento y el resto esté supeditadas a ese tipo básico de las mismas. Así, en la empresa se utilizan, al menos, cinco estrategias, dígase:

Estrategia correctiva, en la que la reparación de averías es la base del mantenimiento.

Estrategia condicional, en la que es la relación de determinadas observaciones y pruebas la que dirige la actividad de mantenimiento.

Estrategias sistemáticas, en la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.

Estrategia de alta disponibilidad, en la que se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y, por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse

necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción.

Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad, en la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, etc.) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción.

La empresa cuenta con un equipo de personas encargadas del mantenimiento interno para la reparación del su equipamiento, además realizar la contratación de estos servicios cuando así se requiera. Posee suministradores extranjeros para las piezas de rápido desgaste y las que no existen en Cuba, estos son Tianjín, Terracam y Grey. También recurre a empresas dentro del territorio nacional como la Empresa Traviesas en Santa Clara para el enrollado de motores, Maquimotor para la reparación de máquinas y herramientas, la Empresa Planta Mecánica “Fabric Aguilar Noriega” y la “Román Roca”.

En la tabla 2.3 se muestra la plantilla del departamento de mantenimiento de la entidad, mostrándose el total de trabajadores, las categorías y las plazas aprobadas y cubiertas del área.

Tabla 2.3. Plantilla de personal del departamento de Mantenimiento de la Empresa industrial “Ángel Villarreal Bravo”

Categoría	Plantilla de la empresa	
	Aprobada	Cubierta
Técnicos	3	2
Operarios	16	11
Graduados sin plazas	-	1
Total	19	14

Fuente: documentos de la empresa.

2.3 Aplicación práctica del procedimiento propuesto para la mejora del proceso de mantenimiento de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”

A continuación, se presenta la aplicación del procedimiento general seleccionado en la investigación, para facilitar el proceso de toma de decisiones referente a la Gestión del riesgo en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”. Para lograr la ejecución del procedimiento la información se recopiló mediante varias técnicas como la tormenta de ideas o brainstorming, entrevistas, revisión de documentos de la entidad, y reuniones del grupo de expertos.

2.3.1 Fase 1. Preparación inicial

Luego de ser planteadas y explicadas a la Dirección las características del procedimiento, se procede a la conformación del equipo de trabajo, el cual quedó integrado por: una estudiante de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (autora de la presente investigación), el director de la UEB Servicios Técnicos de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”, y un especialista en el tema, doctor en ciencias técnicas de la misma universidad.

A continuación, se puntualizan los elementos que caracterizan las dos vertientes del contexto empresarial, tanto el externo como el interno.

Contexto externo:

- La Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo” es afectada directamente por la política de bloqueo impuesto a Cuba por los Estados Unidos, el cual dificulta el acceso a suministradores de piezas, herramientas y equipamiento que le son imprescindibles para el adecuado funcionamiento de esta función. Se rige por lo establecido en las resoluciones 66 y la 67 de 2021 del MINDUS, la primera establece los requisitos técnicos y organizativos mínimos del Sistema de Mantenimiento Industrial, siendo imprescindible perfeccionar el trabajo, para propiciar la sostenibilidad de las tecnologías instaladas, la garantía de su estado técnico y desarrollo permanente y la otra establece el Reglamento del Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial. La entidad también sigue los objetivos de los nueve lineamientos dedicados al mantenimiento que contiene los Lineamientos de la política económica y social del partido y la Revolución para el período 2021-2026 en los cuales se fomenta el desarrollo de reparación y mantenimiento de forma tal que contribuya a la competitividad, la calidad y a la reducción de costos.

Contexto interno:

- El área de mantenimiento de la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo” posee un procedimiento de mantenimiento y conservación de equipos, este establece el proceder de las acciones a desarrollar para lograr, mediante una conservación y un mantenimiento adecuado, una elevada disponibilidad técnica.
- Se implementa lo referenciado en la NC ISO 9001:2015, sistemas de Gestión de la calidad, con el fin de supervisar las acciones de mantenimiento en la empresa para que queden con la calidad requerida y así aumentar la utilidad y vida de los equipos y reducir costos de inversiones.
- La empresa cuenta con el presupuesto necesario.

- Existe falta de personal en el departamento de mantenimiento ya que la plantilla es de 19 trabajadores y solo se cuenta con 14.
- En ocasiones se ve afectado el desarrollo de las actividades previstas por falta de fluido eléctrico.

2.3.2 Fase 2. Evaluación del riesgo

Para el desarrollo de esta fase, primeramente, se conforma un grupo de expertos, seleccionados a través de la propuesta presentada por Hurtado de Mendoza Fernández (2003). Este equipo quedó conformado por siete integrantes como se plasma en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Grupo de expertos involucrados en el estudio

Expertos
Especialista "B" en Gestión de la Calidad (Especialista principal)
Especialista "B" en Gestión de Recursos Humanos (Especialista principal)
Jefe de Taller de Mantenimiento
Especialista "B" en Gestión Económica
Especialista Superior Mecánico
Especialista "B" en Gestión de la Calidad
Especialista "A" en Economía de Almacenes

A continuación, se desarrollan las tres etapas que conforman la evaluación de los riesgos.

Etapas 1. Identificación del riesgo

El proceso de Gestión del mantenimiento, según la resolución 66 del 2021, se desglosa en cuatro etapas, estas son: planificación y programación, ejecución, registro y control y análisis y evaluación. La etapa de ejecución se abordará en dos subprocesos, la ejecución realizada por medios propios y la ejecución realizada mediante el servicio de terceros. En el anexo 2 se muestra el resultado obtenido en la hoja de trabajo de información del AMFE después de haber realizado el desglose del proceso. En esta hoja se muestra la función de cada uno de los subprocesos dentro del área, así como sus fallos funcionales, las causas que pueden provocar el incumplimiento de alguno de ellos, y sus efectos.

Etapas 2. Análisis del riesgo

En esta etapa se realiza una valoración de los riesgos (fallos) que fueron identificados en la primera etapa, en cada uno de los subprocesos objeto de estudio, teniendo en cuenta los aspectos que se detallan a continuación.

Clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia (O)

Los expertos, después de analizar las características del proceso que se desarrolla en la investigación, definieron los criterios y clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia (O) (ver tabla 2.5). Esta clasificación se define, para cada uno de los subprocesos estudiados, en la columna sexta del anexo 2.

Tabla 2.5. Cuadro de clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia

Criterio	Contenido	“O”
B_ Baja	El fallo ocurre con una frecuencia igual a un año.	1
MB_ Media-Baja	El fallo ocurre entre siete y nueve.	2-4
M_ Media	El fallo ocurre en un período comprendido entre cinco y seis.	5-6
MA_ Media-Alta	El fallo ocurre en un período comprendido dos y cuatro meses.	7-9
A_ Alta	El fallo es más frecuente ocurriendo con una periodicidad de un mes	10

Clasificación de la Gravedad o Severidad del Fallo (S)

En la tabla 2.6 se presenta como propone el grupo de especialistas de la empresa la realización de la clasificación de la gravedad o severidad de cada fallo a partir de las consecuencias operacionales asociadas a cada fallo, así como los costos y las violaciones de normas de seguridad y reglamentos. La clasificación realizada para cada modo de fallo se presenta en la quinta columna del anexo 2.

Clasificación de la Probabilidad de No Detección (D)

En la tabla 2.7, y en la séptima columna del anexo 2, es mostrado el resultado obtenido por el grupo de expertos, pero esta vez referentes a los diferentes criterios y clasificación de la probabilidad de no ser detectado cada modo de fallo con los sistemas existentes en la actualidad.

Tabla 2.6. Cuadro de clasificación de la Gravedad o Severidad del fallo

Criterio	Contenido	“S”
MB_ Muy baja	El efecto de la falla no alcanza ni genera ningún daño que afecte el rendimiento del proceso al proceso.	1
B_ Baja	El efecto de falla repercute en el proceso o al personal involucrado sin generar daño en el proceso.	2-4
M_ Moderada	El efecto de la falla alcanza al proceso o al personal involucrado generando un daño parcial que se puede solucionar en corto plazo.	5-6
A_ Alta	El efecto de la falla alcanza el proceso o al personal involucrado generando pérdidas considerable.	7-9
MA_ Muy alta	El efecto de la falla impacta directamente al proceso o al personal	10

	involucrado y le ocasiona daños permanente e irreversible. Produce incumplimiento a políticas internas y a normativas vigentes.	
--	---	--

Tabla 2.7. Cuadro de clasificación de la Probabilidad de no Detección

Criterio	Contenido	“D”
B_Baja	El mecanismo de control permite detectar inmediatamente la causa de la falla, antes de que esta se genere.	1
MB_Media-Baja	El mecanismo de control permite detectar después de un tiempo la causa de la falla, antes que esta se genere.	2-4
M_Media	El mecanismo de control permite detectar la causa de falla cuando ya se generó	5-6
MA_Media-Alta	El mecanismo de control existe pero no es efectivo en la detección de la causa de falla.	7-9
A_Alta	No existe ningún mecanismo que permita detectar la falla.	10

En la última columna de cada una de las hojas de trabajo mostrada en el anexo 2 queda evidenciado el resultado obtenido tras el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo para cada uno de los modos de fallos del proceso de Gestión del mantenimiento.

Etapa 3. Valoración del riesgo

En esta etapa lo primero que se realiza es la definición, por parte del grupo de expertos seleccionado, del rango de valores de NPR para cada categoría de riesgos, según las características propias del proceso objeto de estudio. Estos son mostrados en la tabla 2.8.

Tabla 2.8. Rango de valores del NPR para cada nivel de riesgo

Niveles de riesgo	Valor del NPR
Muy alto riesgo	NPR \geq 210
Alto riesgo	120 \leq NPR \leq 210
Riesgo medio	24 \leq NPR \leq 120
Riesgo bajo	NPR \leq 24

Después de haber establecido los intervalos de NPR, para cada uno de los niveles de riesgo, se procede a la evaluación de los modos de fallo, como es mostrado en la última columna del anexo 2. En la tabla 2.9 se muestra la frecuencia con la que se manifiesta cada nivel de riesgo (bajo, medio, alto y muy alto) en los subprocesos que integran la Gestión del mantenimiento en la empresa objeto de estudio.

Tabla 2.9. Cantidad de riesgos evaluados en cada nivel en los subprocesos analizados

Subprocesos	Riesgo bajo (B)	Riesgo medio (M)	Riesgo alto (A)	Riesgo muy alto (MA)
Planificación y programación	3	8	3	4
Ejecución (medios propios)	3	9	4	1
Ejecución (terceros)	4	2	4	2
Registro y control	3	4	2	-
Análisis y evaluación.	3	5	1	-
Total	16	28	14	7

Al estudiar los resultados anteriores se pudo determinar que, de los 65 modos de fallos evaluados en el proceso de Gestión de mantenimiento, las variables describen el comportamiento siguiente (ver figura 2.6.):

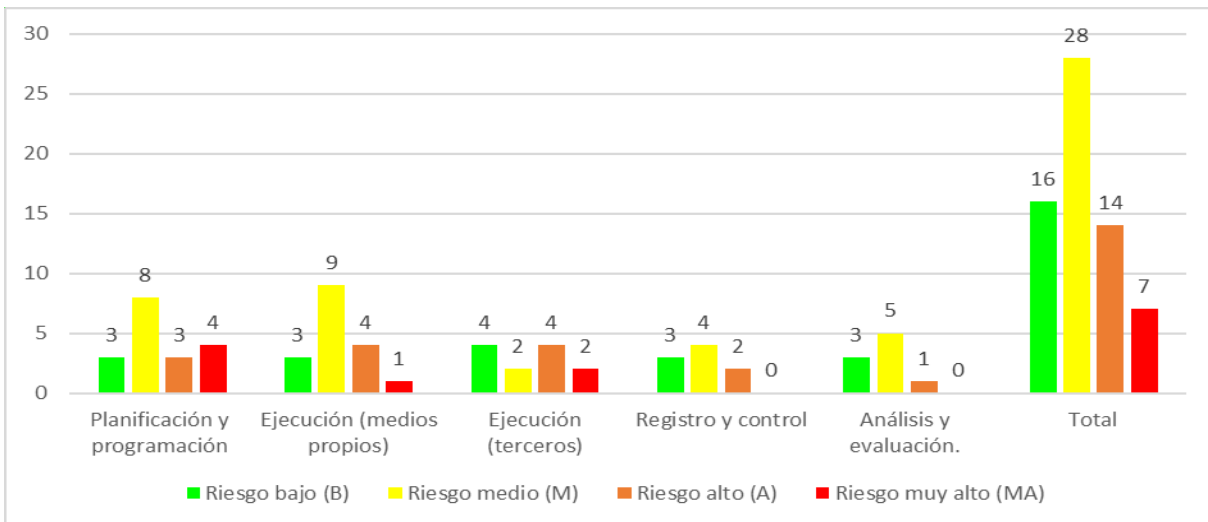


Figura 2.6. Resultado de la evaluación de los riesgos (cantidades por subprocesos).

- 16 riesgos son calificados como bajos (B), 28 riesgos evaluados como medios (M), 14 riesgos son altos (A) y siete riesgos son muy altos (MA), del total de modos de fallos valorados con la aplicación de la herramienta hoja de trabajo de información del AMFE.
- Se pudo apreciar que los mayores niveles de riesgo, dígame muy altos y altos, se identifican en los subprocesos de planificación y programación, ejecución por medios propios y ejecución por terceros, donde se evidencia que la documentación técnica de todos los equipos de producción no cuenta con todos los parámetros que se requieren, los objetivos que hay entre la política de la empresa y el área de mantenimiento no poseen relación, existe falta de personal y poca comunicación y motivación entre los existentes, escasez de medios para realizar los trabajos, los procedimientos, tanto para seleccionar a los proveedores como para homologarlos, no cumplen con los requisitos necesarios.

- En todos los subprocesos evaluados pueden evidenciarse modos de fallos por encima del nivel medio.

2.3.3 Fase 3. Tratamiento del riesgo

Las acciones preventivas propuestas para cada modo de fallo, en aquellos que su nivel de riesgo sea superior al nivel medio, junto al responsable de ejecutarlas, intervalo de tiempo inicial propuesto, y el NPR estimado tras estas decisiones, son mostrados en la Hoja de trabajo de decisión presentada en el anexo 3. En la tabla 2.10 se recopila la frecuencia con la que se manifiesta cada nivel de riesgo en los subprocesos que integran la Gestión del mantenimiento en la empresa, luego de realizado este análisis.

Tabla 2.10. Cantidad de riesgos evaluados en cada nivel en los subprocesos analizados luego de supuestamente aplicadas las acciones propuestas

Subprocesos	Riesgo bajo (B)	Riesgo medio (M)	Riesgo alto (A)	Riesgo muy alto (MA)
Planificación y programación	3	4	-	-
Ejecución (medios propios)	1	3	1	-
Ejecución (terceros)	2	4	-	-
Registro y control	2	-	-	-
Análisis y evaluación.	-	1	-	-
Total	8	12	1	-

De los 21 modos de fallos clasificados en muy altos y altos se logró el mejoramiento estimado de todos ellos luego de la implementación de las acciones preventivas propuestas, solo en la ejecución por medios propios se evidenció un modo de fallo en el nivel alto. En el proceso de Gestión de mantenimiento se percibe, luego de supuestamente aplicarse las propuestas de mejoras, el comportamiento de los riesgos asociados a cada modo de fallos siguiente: ocho riesgos bajos, 11 medios y uno alto (ver figura 2.7).

Después de analizar cada subproceso que integra la Gestión del mantenimiento en la entidad objeto de estudio el grupo de trabajo identificó los problemas principales, dígame: fallas en los procedimientos para seleccionar los proveedores y en la documentación técnica de los equipos de producción, falta de personal y poca preparación del que hay laborando, dificultades en la elaboración de los objetivos, escasez de herramientas, medios de trabajo y de protección que constituyen riesgos para el correcto funcionamiento de los trabajos de mantenimiento. Según los expertos, erradicar todos los modos de fallos que se encontraron no requiere grandes

inversiones para la empresa, por lo que puede aplicarse el procedimiento propuesto seleccionado para asegurar un elevado nivel de servicio del proceso de mantenimiento.

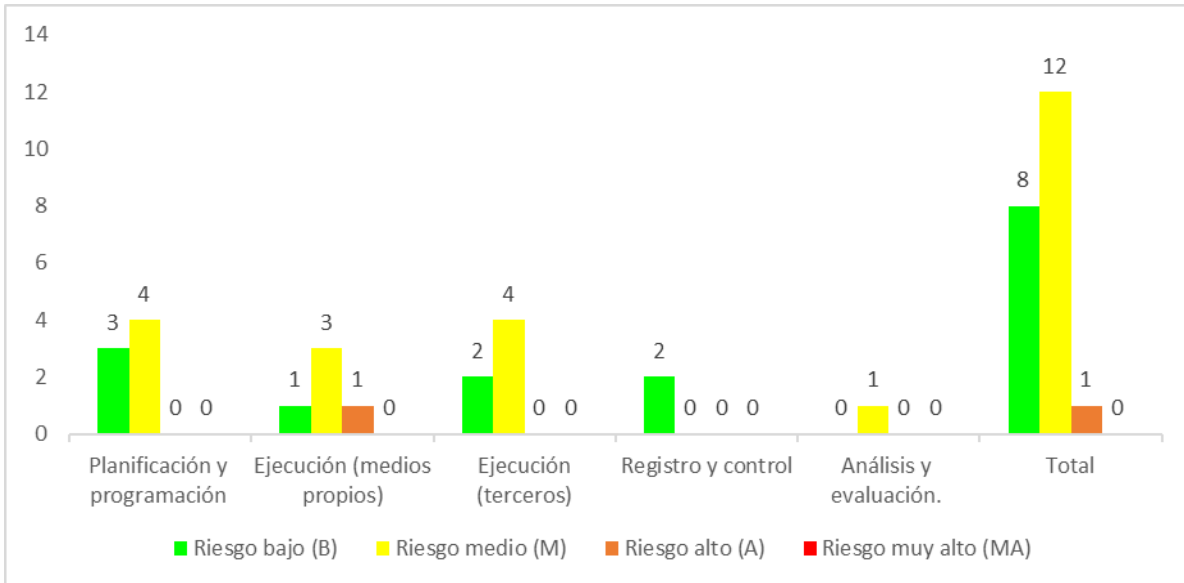


Figura 2.7. Resultado de la evaluación de los riesgos (cantidades por subprocesos).

2.4. Conclusiones parciales

1. La aplicación del procedimiento seleccionado, en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo”, para desarrollar la Gestión del riesgo en el proceso de Gestión del mantenimiento demostró su capacidad para asistir al proceso de tomas de decisiones y poner todos los esfuerzos en la detección y erradicación, con agilidad y rapidez, de los riesgos que se presentan.
2. La ejecución del procedimiento utilizado en la Empresa Industrial “Ángel Villarreal Bravo” permitió definir acciones a aplicar para poder mejorar el efecto de cada modo de fallo que muestra un nivel de riesgo fuera del rango establecido en el proceso de Gestión del mantenimiento.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El estudio bibliográfico ejecutado para la construcción del Marco Teórico - Referencial de la investigación asegura la presencia de una amplia base conceptual sobre la Gestión del mantenimiento, la Gestión de riesgo, y la importancia de estas en el sistema empresarial; sin embargo, no existe experiencia sobre la aplicación de su integración en la empresa objeto de estudio, lo que constituye una acertada oportunidad de mejoramiento.
2. El estudio de la situación problemática que establece la presente investigación originó la necesidad de aplicar un procedimiento que facilite la toma de decisiones respecto a la determinación de acciones de mejora para el proceso de Gestión del mantenimiento, basado en los elementos de Gestión de riesgo.
3. El estudio de la literatura científica especializada permitió ratificar el enfoque propuesto por Rodríguez Landestoy (2021) como adecuado, para establecer las acciones de mejora a aplicar al proceso de Gestión del mantenimiento a partir de la filosofía de Gestión de riesgo, al abarcar los elementos de la Norma ISO: 31000 (2018), la cual se debe tener en cuenta en estudios que se realicen sobre este tema.
4. La efectividad del procedimiento ejecutado se demostró con la aplicación en la empresa objeto de estudio práctico de la investigación, quedando evidenciada con las acciones que se establecieron para mejorar cada modo de fallo calificado como crítico (muy alto y alto), y con ello reducir los niveles de riesgos de los mismos, lo que logró el mejoramiento estimado del Nivel de Prioridad del Riesgo, dando solución al problema de investigación planteado.

RECOMENDACIONES

Para el enriquecimiento del presente trabajo científico y con el objetivo de promover la realización de futuras investigaciones, se plantean las recomendaciones siguientes:

- Proponer a la dirección de la entidad que valore la posibilidad de aplicar las propuestas de mejora presentadas en la investigación.
- Desarrollar nuevas investigaciones dirigidas a desplegar acciones en aquellos modos de fallos con un Número de Prioridad de Riesgo fuera del rango establecido.
- Destinar esfuerzos y medios a la mejora del sistema de recopilación de datos estadísticos sobre la frecuencia de ocurrencia de los modos de fallo identificados, así como a la preparación y superación del personal encargado de darle seguimiento a la implementación del procedimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abbas, M. y Shafiee, M. 2020. An overview of maintenance management strategies for corroded steel structures in extreme marine environments. *Marine Structures*, pp. 10-23.
2. Acevedo Daria, M., 2018. Fundamentación y propuesta de cambios a la gestión del mantenimiento a la maquinaria agrícola en Cuba. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ingeniería Agrícola. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
3. Acuña Peña, B., 2019. Propuesta de mejora para la gestión de mantenimiento mediante la aplicación de herramientas del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de tejeduría en una empresa textil. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
4. Adloor, S. D. y Vassiliadis, V. S. 2020. An optimal control approach to scheduling maintenance and production in parallel lines of reactors using decaying catalysts. *Computers y Chemical Engineering*, Vol.142, No. 6, pp. 1-23.
5. Aguilar del Oro, Y. 2012. "Procedimiento para la determinación del tipo de mantenimiento a partir del Análisis de Riesgo". Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
6. Alba Rosales, F. Y.; Chinchay Guerrero, W. E. 2018. Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos-unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guadía, Huaraz. Universidad César Vallejo.
7. Alemán Rivadeneira, D. E. 2022. Diseño de un plan de Gestión del mantenimiento basado en RCM, para la nueva línea de bebidas alcohólicas carbonatadas en la planta de producción de Licoram en la ciudad de Ibarra.
8. Alfonso Llanes, A. (2009). Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento. [Tesis doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
9. Alimian, M., Ghezavati, V. y Tavakkoli-Moghaddam, R. 2020. New integration of preventive maintenance and production planning with cell formation and group scheduling for dynamic cellular manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, pp. 341-358.
10. Alzate Ibañez, A. M., 2017. ISO 9001:2015 base para la sostenibilidad de las organizaciones en países emergentes. *Revista venezolana de gerencia*. pp 576-592.

11. Amendola, L., Depool, T. 2010. Implementación de una PMO en Organización de Mantenimiento con Soporte de Técnicas y Herramientas Estadísticas “Caso Industria Química y Proceso”.
12. Anaguano Lamiña, R. A. 2018. Modelo de un plan de mantenimiento basado en procesos para el área de Preparación Hilatura: caso empresa Vicunha Ecuador. Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.
13. Anido Escobar, V.; Brito Álvarez, G.; Guerra Bretaña, R. M. y Roque González, R. 2020. Risk factors that influence performance in the process of postgraduate training. Revista Cubana de Educación Médica Superior, 34, 1-14.
14. Aremu, O. O., Palau, A. S., Parlikad, A. K., Hyland-Wood, D., y McAree, P. R. (2018). Structuring data for intelligent predictive maintenance in asset management. IFAC-PapersOnLine.
15. Ariet, N. V. 2018. Tareas preventivas para mejorar la confiabilidad del sistema de acondicionamiento de aire en una aeronave
16. Badell, M. G.; Austin Ávila, G. 2021. Evaluación del proceso de solicitudes de mantenimiento correctivo y del establecimiento. Sector Real Estate de una Empresa de Servicios Petroleros de Neuquén. Universidad Nacional de Comahue.
17. Ball Peter 2020. Lean eco-efficient innovation in operations through the maintenance organisation. International Journal of Production Economics, 219, pp. 405-415.
18. Barone, G. F., D. M. 2014. "Reliability, risk and lifetime distributions as performance indicators for life-cycle maintenance of deteriorating structures". Vol. 123., pp. 21–37. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832013002706>.
19. Bencomo Fariñas, Y. 2019. Apuntes críticos en torno a la exigencia del solve et repete en la normativa tributaria cubana. Misión Jurídica, 12.
20. Betancourt Conde, J. 2016. Mejoramiento de la gestión de inventario en la Empresa Constructora de Obras de Arquitecturas e Industriales No. 1 de Villa Clara a partir del análisis de riesgo. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial.
21. Betancourt Montero, A. 2016. Definición de acciones de mejora para el Área de Servicios Exteriores del Hotel Tryp Cayo Coco a partir de la metodología de Análisis de riesgo. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Gestión turística. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

22. Betancourth Bolivar, A. K. 2019. Plan de acción para el área de mantenimiento correctivo menor en la caja Colombiana de Subsidio Familiar-Colsubsidio. Tesis en opción al grado de Ingeniera Industrial, Bogotá, Colombia.
23. Bokrantz, J., Landahl, J., Levandowski, C., Skoogh, A., Johannesson, H. y Isaksson, O. 2017. On the interplay between platform concept development and production maintenance. DS 87-3 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17), Vancouver, Canadá.
24. Borroto Pentón, Y. 2005. Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas, UCLV, Santa Clara, Cuba.
25. Botin, J. A., Guzmán, R. R. y Smith, M. L. 2011. A methodological model to assist in the optimization and risk management of mining investment decisions. *Dyna*, 78, 221-226.
26. Bratoy, K., 2005. El riesgo empresarial y su gestión.
27. Brennan, F. 2013. Risk based maintenance for offshore wind structures. *Procedia CIRP*, Vol. 11, pp. 296-300. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.07.021>.
28. Bruzón Infante, R. 2020. Procedimiento para la organización del proceso productivo en la Unidad Empresarial de Base Mantenimiento y construcción Puerto Padre. Tesis en opción al grado de Ingeniero Industrial, Puerto Padre, Cuba.
29. Bueno Garay, J. C. y Ybarra Razuri, D. H. 2020. Propuesta de mejora de la gestión del plan de mantenimiento de la maquinaria de una planta productora de harina de pescado basado en la implementación del Mantenimiento Productivo Total. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial . Universidad peruana de ciencias aplicadas de Lima. Lima. Perú.
30. Buitrago Falcón, D. 2019. Ampliación y desarrollo de un plan de mantenimiento predictivo para el análisis del estado de los motores asíncronos. Universidad Politécnica de Valencia.
31. Caguango Maji, M. E. 2021. Diseñar una estrategia basada en la Metodología TPM para reducir costos de mantenimiento correctivo y preventivo en la Empresa Dulcenac SA. Universidad de Guayaquil.
32. Campos López, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velázquez, M. y Tolentino-Eslava, R. 2019. Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Científica*, 23, pp. 51-59.

33. Carlson, A. y Sakao, T. 2020. Environmental assessment of consequences from predictive maintenance with artificial intelligence techniques: Importance of the system boundary. *Procedia CIRP*, 90, pp. 171-175.
34. Castellanos López, I. 2015. Selección del tipo de mantenimiento a aplicar al equipamiento del Gran Hotel "Los Helechos". Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial.
35. Cerdán Paz, C. E. 2020. Diseño de las herramientas lean service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros. Universidad Privada del Norte.
36. Colán Coronel, G. A. 2021. Gestión de mantenimiento y calidad en el servicio del centro Holístico Uriel en el año 2020. Universidad César Vallejo.
37. Conesa Díaz, A. 2019. Contribución al mejoramiento del proceso de reparación y mantenimiento de la Unión Básica de Inversiones (UBI) de ALMEST en Topes de Collantes, mediante la filosofía del análisis de riesgos. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
38. Corrales Cano 2020. Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de producción de una pastelería utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.
39. COSO 2008. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.
40. Chauch, S.; Mejri, A. y Ghannouchi, S. A. 2019. A framework for risk management in Scrum development process. *Procedia Computer Science*, Vol. 164, pp. 187-192.
41. de la Paz Martínez, E. M. 2015. "Una nueva visión en la Gestión del mantenimiento". Nuevas herramientas para la gestión de la ingeniería del mantenimiento y sus aplicaciones.
42. De la Paz Martínez, E.; Borroto Pentón, Y. y Alfonso Llanes, A. 2015. Temas especiales de ingeniería y gestión del mantenimiento. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
43. Diamantoulaki, I. y Angelides, D. C. 2013. Risk-based maintenance scheduling using monitoring data for moored floating breakwaters. *Structural Safety*, 41, 107-118. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2012.10.007>
44. Diccionario de la Real Academia.

45. Dotres-Zúñiga, S. 2018. Gestión de riesgo en inversiones constructivas. Experiencias en la provincia de Holguín. Ciencias Holguín vol.24, núm.4. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181557161005>
46. Douce Villanueva, E., 2014. La productividad en el mantenimiento industrial. Tercera edición.
47. Espinosa Fuentes, F. 2013. "EL mejoramiento continuo: Conceptos para el mantenimiento industrial". Universidad de Talca.
48. Fernández Álvarez, E. 2018. Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM. Trabajo Fin de Máster en Tecnologías Marinas y Mantenimiento. Universidad de Oviedo.
49. Fernández Llanes, R. 2011. Procedimiento para determinar el tipo de mantenimiento a partir del Análisis de Riesgo. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Villa Clara.
50. García Pulido, Y. A., Castillo Zúñiga, J. V., Medina León, A., Mayorga Villama, C. M., 2017. Innocuousness + knowledge management a contribution to process improvement. Global Journal of Engineering Science and Research Management, pp 91-98.
51. Gómrrz Orjuela, F. H. y Valencia Valencia, H. 2021. Diseño de un procedimiento de gestión de incidentes de ciberseguridad que articule la gestión de riesgos, continuidad, crisis y resiliencia que se pueda integrar a la respuesta corporativa.
52. González Hernández, S., Ramos Gómez, R. y Alfonso Llanes, A. (mayo-agosto, 2022). Contribución al mejoramiento del servicio mantenimiento al transporte en la Empresa Eléctrica de Villa Clara. Revista Márgenes, 10(2), 53-69.
53. González Pérez, A. M. 2018. Propuesta de mejoras en el proceso de Gestión del mantenimiento en la Empresa Comercializadora de Combustible de Villa Clara basado en la Gestión de riesgo.
54. González, L. O.; Santomil, P. D. y Herrera, A. T. 2020. The effect of Enterprise Risk Management on the risk and the performance of Spanish listed companies. European Research on Management and Business Economics, Vol. 26, pp. 111-120.
55. Goya Rodríguez, Y. 2017. Acciones de mejora para la mitigación de riesgos en el proceso de Gestión de mantenimiento en el UEB Combinado Cubanacán de Villa Clara.
56. Guerrero Aguiar, C . M., Medina León, C. A. y Nogueira Rivera, C. D. 2020. 8 Procedimiento para la apreciación, control y monitoreo de la gestión de riesgos. La

gestión del conocimiento y los indicadores integrales para la gestión y mejora de procesos, 117.

57. Guerrero Aguiar, M.; Medina León, A.; Nogueira Rivera, D. 2020. Risk management procedure as a support to decisions making. *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XLI/No. 1/enero-abril /2020/e4101*
58. Guillén, A. J., Crespo, A., Gómez, J. F. y Sanz, M. D. 2016. A framework for effective management of condition based maintenance programs in the context of industrial development of E-Maintenance strategies. *Computers in Industry*, 82, 170-185. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.07.003>
59. Gutiérrez Rivera, F. E.; Murcia Mendoza, J. C. 2021. Análisis de Gestión de riesgo de información basado en el proceso de gobierno de información para toma de decisiones: Caso centro nacional de memoria histórica. Universidad Javeriana de Bogotá.
60. Hasper Tavares, J., Corea Jaramillo, J., Benjumea Arias, M., Valencia Arias, A., 2017. Tendencia en la investigación sobre gestión de riesgo empresarial: un análisis bibliométrico. *Revista Venezolana de Gerancia*, pp 506-524.
61. Hernández Alfonso, C. E. 2017. Mantenimiento Basado en el Riesgo para el equipamiento del Sistema de Clima en el Hotel Valentín “Perla Blanca”. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Villa Clara.
62. Hernández Chover, V.; Castellet Viciano, L. y Hernández Sancho, F. 2020. Preventive maintenance versus cost of repairs in asset management: An efficiency analysis in wastewater treatment plants. *Process Safety and Environmental Protection*.
63. Hernández, J. I. S., Laverde, N. R. y Portillo, A. M. D. 2017. Auditoría de mantenimiento: La unión de dos herramientas esenciales para beneficio de la producción industrial moderna. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 15, pp.226-258.
64. Hurtado Mendoza Fernández, S. 2016. Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy, Vol. 21. Disponible en: <http://www.ub.es/histodidactica/Epistemolog%EDa/Delphy.htm>.
65. Julca Valdivieso, L.J. 2018. Diseño e implementación de un sistema de Gestión del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la Empresa Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C. Trujillo, Perú.

66. Kamsu-Foguem, B. 2016. Information structuring and risk-based inspection for the marine oil pipelines. *Applied Ocean Research*, 56, 132-142.
67. Kennedy, R., 2015. Examen de los procesos RCM Y TPM. Available: www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/oim.asp.
68. Kiran, S., Kumar, K. P., Sreejith, B. y Muralidharan, M. 2016. Reliability Evaluation and Risk Based Maintenance in a Process Plant. *Procedia Technology*, 24, 576-583. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.117>
69. Laine, V. 2021. A risk management framework for maritime Pollution Preparedness and Response: Concepts, processes and tools. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 171, pp 112724
70. López García, I. 2013. Gestión del Mantenimiento eficiente: Las cinco generaciones del Mantenimiento. Disponible en: <http://gestionmantenimientoeficiente.blogspot.com/20>
71. Machado Cárdenas, R. 2017. Mantenimiento basado en el riesgo para el equipamiento de cocina en el Hotel Cayo Santa María de Villa Clara. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
72. Marín, M., Nieto, W. M., y Villalba, L. O. 2015. Outsourcing de mantenimiento, una alternativa de gestión de activos en el sector productivo de bienes y servicios., 123-134.
73. Martínez Acosta, N. 2017. Definición de acciones de mejora al proceso de Gestión del Mantenimiento de la Fábrica de Cigarro "Juan de Mata Reyes" a partir de la metodología de Análisis de riesgo. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
74. Martínez Hernández, R., Blanco Dopico, M. I., 2017. Gestión de riesgo: reflexiones desde un enfoque de gestión empresarial emergente.
75. Martínez Paradois, D. A. 2020. Implementación de los pilares de Mantenimiento Autónomo (paso 0) y Mantenimiento Planeado (paso 1) de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de prensas y planta 1 de la empresa CI Colauto SAS. Tesis en opción del título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.
76. Martínez Ramírez, M. C.; Carbonell Soto. D. V.; (mayo-agosto, 2020). Maintenance management indicators in oil service companies. *Ingeniería y sus alcances, Revista de Investigación*. Vol 4 / No. 9. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v4i9.62>
77. Maya Velásquez, J. A. 2018. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
78. Medina Artega, F.; Ruiz Pernet, F. J. 2014. Diseño de un sistema de Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) como herramienta web para gestionar

solicitudes de mantenimiento y la toma de decisiones en la División de apoyo logístico de la Universidad de Córdoba.

79. Meledres Quispe, K. A. 2019. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Universidad continental.
80. Mora Gutiérrez, Y. 2012. Mantenimiento industrial efectivo. Medellín, Colombia: Editorial Coldi.
81. Mostafa, S., Dumak, J. Y Soltan, H. "Lean maintenance roadmap". 2015. 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference. Pages 434-444, disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
82. Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en la confiabilidad (2da Ed.). Industrial Press Inc. https://www.academia.edu/9478461/MANTENIMIENTO_CENTRADO_EN_LA_CONFIABILIDAD_CONTENTIDOS
83. Murillo, W. O. 2017. "Gestión del mantenimiento, hacia una línea de investigación." Revista CINTEX, [S.l.], v. 7, p. 65-68, June 2017. ISSN 2422-2208. Disponible
84. Norma ISO 14 001. Sistema Gestión Ambiental.
85. Norma ISO 22 001. Sistema Gestión Inocuidad.
86. Norma ISO 27 001. Sistema Gestión Seguridad de la Información.
87. Norma ISO 31 000:2018. Gestión del riesgo.
88. Norma ISO 45 001. Seguridad y Salud en el Trabajo.
89. Norma ISO 9 001. Sistema Gestión de Calidad.
90. Ordóñez Nava, A. A.; Castillo Torres, A. I.; Duque Araque, D. G. 2018. Nivel de conocimiento de la gestión de riesgos y el grado de madurez del SGC de los requisitos asociados a riesgos - Estudio de caso en una empresa petrolera mexicana Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. VI, núm. 20, pp. 45-60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003>
91. Oviedo Rodríguez, M., Medina León, A., Negrín Sosa, E., Carpio Vera, D., 2017. La planificación operativa con enfoque en proceso para las Universales de Ecuador.
92. PCC. 2011. "Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución".
93. PCC. 2011. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.
94. PCC. 2016. VII Congreso del Partido Comunista de Cuba.
95. PCC. 2021. VIII Congreso del Partido Comunista de Cuba.
96. PCC. 2021. Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista del Comité Central del Partido Comunista de Cuba.

97. Pérez Curiel, C. y Molpeceres, A. M. V. 2020. Impacto del discurso político en la difusión de bulos sobre Covid-19. Influencia de la desinformación en públicos y medios. Revista Latina de Comunicación Social, No 78, pp. 65-97
98. Pérez González, W. 2016. Mantenimiento basado en el riesgo para el equipamiento del sistema de abasto de agua caliente en el Hotel Playa Cayo Santa María. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Villa Clara.
99. Pérez Pérez, M. 2022. Gestión del proceso de mantenimiento con enoque sostenible en la Empresa de Transformación del Plástico. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Holguín (UHo).
100. Polenghi, A., et al. 2021. Knowledge reuse for ontology modelling in Maintenance and Industrial Asset Management. Journal of Industrial Information Integration.
101. Polo Salgado, L. 2011. Procedimiento para la determinación del tipo de mantenimiento a partir del Análisis de Riesgo. Aplicación en el Combinado de Productos Lácteos de Ciego de Ávila. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
102. Razzeto Canales, E. 2021. Gestión de mantenimiento correctivo en el servicio que presta una empresa de servicios electromecánico. Universidad César Vallejo. Lima.
103. Resolución 60:2011. Normas del Sistema de Control Interno.
104. Resolución 66/2021. Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial (GOC-2021-737-O086). MINDUS.
105. Resolución 67/2021. Procedimiento para la Caegorización del Sistema de Gestion Integral de Mantenimiento Industrial (GOC-221-738-086). MINDUS.
106. Rey Sacristián, F, 2001. Manual de mantenimiento integral en la empresa, pp 24-27. Editorial Fundación Conemetal.
107. Rodríguez Díaz, Y. 2014. Definición de la política de mantenimiento para el equipamiento productivo de la UEB "Elpidio Sosa" de la Electroquímica de Sagua la Grande a partir de la metodología de Análisis de riesgo. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
108. Rodríguez Landestoy, J. J. 2021. Contribución al mejoramiento del proceso de inversión en la Sucursal CIMEX Sancti Spíritus a partir de la Gestión de riesgos.
109. Rodríguez Machado, A. 2012. "Manual de Gestión del Mantenimiento". Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Industrial, Universidad

Central "Marta Abreu" de Las Villas. Departamento de Ingeniería Industrial. Santa Clara, Villa Clara.

110. Rodríguez Machado, A. 2012. Manual DE Gestión de Mantenimiento.
111. Roque González, R., Guerra Bretaña, R. M., Brito Álvarez, G. y Anido Escobar, V. 2020. Factores de riesgos que influyen en el desempeño del proceso de formación de posgrado. Educación Médica Superior, 34.
112. Rubio Pacheco, W. A. 2019. Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita. Universidad Santo Tomás.
113. Ruiz Cuan, L. D. 2019. Bases para la implementación de un sistema de mantenimiento basado en riesgo en sistemas ingenieros de hoteles de Cayería Norte de Villa Clara. Tesis en opción del título de Ingeniero Industrial. Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
114. Ruiz Guangaje, C, R; Pachacama Cuchicondor, J. R. 2019. Mantenimiento correctivo de un compresor tipo tornillo INGERSOLL-RAND de 650 CFM. Disponible en: (<http://dcpace.istvidanueva.edu.ec/xmlui/handle/123456789/78>).
115. Salgado Duarte, Y.; Martínez del Castillo Serpa, A. y Santos Fuentefría, A. 2018. Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. Ingeniería energética.
116. Santos Rubio, R. M. G., Muñoz de la Corte, R., Velázquez-López, M. D. Y Bautista-Paloma, F. J. 2016. "Análisis modal de fallos y efectos aplicado a la elaboración de citostáticos intravenosos". Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cali.2015.07.003>, Volume 31, Issue 2, March–April 2016, Pages 106-112.
117. Segura Rodríguez, F. 2017. Balanced scorecard, ¿Retos u obstáculos? en la Gestión del mantenimiento.
118. Sexto, L. 2017. Tipos de mantenimiento: ¿cuántos y cuáles son. Revista Mantenimiento en Latinoamérica, 4, pp.14-17
119. Siza Rey, R. R. 2022. Apoyo en taller de Mantenimiento Correctivo y preventivo de carros de carga y maquinaria de rocería de la empresa GLP Multeservicios SAS 2021. Unidades Tecnológicas de Santander.
120. Soler González, R. y Varela Lorenzo, P. 2018. La gestión de riesgo: el ausente recurrente de la administración de empresas. Revista Ciencia UNEMI, Vol. 11, No 26, pp. 51-62.
121. Sotuyo Blanco, S. (3 de diciembre de 2002). Optimización Integral de Mantenimiento. Mantenimiento Mundial el portal latinoamericano de mantenimiento.

122. Sullivan Gregory 2002. Operations and maintenance best practices--a guide to achieving operational efficiency. Pacific Northwest National Lab., Richland, WA (US).
123. Szpytko, J. y Salgado Duarte, Y. 2021. A digital twins concept model for integrated maintenance: A case study for crane operation. Journal of Intelligent Manufacturing, 32, pp.1863-1881.
124. Tavares L. A. 2000. Administración Moderna de Mantenimiento. Cap8, pp.133-144. Edición en español. Novo Polo Publicaciones. Brasil.
125. Toro Díaz, J. y Palomo Zurdo, R. 2014. Análisis del riesgo financiero en las PYMES- estudio de caso aplicado a la ciudad de Manizales. Revista Lasallista de investigación, Vol. 11, No 2, pp. 78-88.
126. Valenzuela Zela, E. 2021. Diseño, implementación de un sistema de mantenimiento mecánico, AMEFC y planes de mantenimiento y análisis Weibull para una zaranda seca en una empresa minera CUPRIERA, 2021. Universidad Autónoma San Francisco.
127. Valinejad, F. y Rahmani, D. 2018. Sustainability risk management in the supply chain of telecommunication companies: A case study. Journal of Cleaner Production, Vol. 203, pp. 53-67.
128. Vega Consuegra, E. A, 2021. Definición de acciones de mejora al proceso de Gestión del Mantenimiento de la Empresa Pesquera Industrial de Caibarién a partir de la metodología de Análisis de riesgos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.
129. Vilema Lara, P. H.; García Mora, F. A.; Gallegos Lodoño, C. M. 2022. Aprendizaje de máquina para mantenimiento predictivo: un problema de clasificación binaria. Conciencia Digital.
130. Zambrano-Mendoza, C. M. y Rodríguez-Gámez, M. 2020. El mantenimiento industrial en el proceso de detergente en polvo, su impacto ambiental. Dominio de las Ciencias, 6, pp.876-890.
131. Zenisek, J., Holzinger, F. y Affenzeller, M. 2019. Machine learning based concept drift detection for predictive maintenance. Computers and Industrial Engineering, 137, 106031.

ANEXOS

Anexo 1. Evolución del mantenimiento

Año	Acontecimiento
1780	Mantenimiento correctivo (CM). Inicio de la Revolución Industrial. Se realizan los bienes por hombres, por lo que los productos son escasos y caros.
1798	Mejora del CM. Uso de partes intercambiables en las máquinas para que, en caso de piezas rotas, no necesitarse que se haga una a medida. Producción en masa.
1910	Formación de cuadrillas de mantenimiento correctivo.
1914	Mantenimiento preventivo (MP). La Industria de guerra necesitaba trabajar de forma continua con demanda urgente de productos. Otro punto importante fue la necesidad de que las máquinas de guerra más importantes no fallasen.
1916	Inicio del proceso administrativo creado por Henry Fayol. Un modelo integrado de cinco elementos: previsión, organización, dirección, coordinación y control.
1927	Uso de la estadística en producción a fin de controlar el trabajo.
1931	Control económico de la calidad del producto manufacturado.
1937	Conocimiento del principio de W. Pareto donde permitía ver y establecer prioridades.
1939	Se controlan los trabajos de mantenimiento preventivo con estadística. Debido a la Segunda Guerra Mundial se necesitaban las industrias del acero las 24 horas.
1946	Se mejora el Control Estadístico de Calidad (SQC) porque se veía que el MP no daba buenos resultados.
1950	En Japón se establece el Control Estadístico de Calidad.
1950	En Estados Unidos de América se desarrolla el mantenimiento productivo (PM).
1951	Se da a conocer el "Análisis de Weibull", una técnica para estimar una probabilidad basada en datos medidos o supuestos para solucionar problemas de mantenimiento.
1960	Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Surge en la industria aérea.
1961	Se inicia el Poka-Yoke (a prueba de errores). Este sistema entra en juego cuando esta la seguridad humana.
1962	Se desarrollan los Círculos de Calidad (QC) basados en el MP.
1965	Se desarrolla el Análisis Causa- Raíz (RCA).
1968	Se presenta el libro "Mantenimiento centrado en la Confiabilidad" conocida como el RCM

	mejorado.
1970	Difusión del uso de la computadora para la administración de activos (CMMS).
1971	Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM).
1978	Se presenta la Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.
1980	Se desarrolla la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO). Se aplica el RCM-2 en toda clase de industrias.
1995	Se desarrolla el proceso de los cinco pilares del lugar de trabajo visual (5 S's) .
2005	Se estudia la filosofía de la conservación industrial (IC).
2000	SAM en entidades de servicios públicos (hospitales, escuelas). Diseño de la Especialidad "Gestión de Servicios Técnicos en el Turismo"
2010	Resolución 150 Política de Mantenimiento del MINTUR.
2013	Diagnóstico de Mantenimiento del MINDUS.
2017	Resolución 116 del Ministerio de Industrias
2020	Resolución 102 del Ministerio del Turismo
2021	Resolución 66 y 67 del Ministerio de Industrias

Fuente: a partir de Fernández Álvarez (2018).

Anexo 2. Herramienta hoja de cálculo AMFE aplicada al proceso de Gestión del mantenimiento

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE		PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA			HOJA			
		SUBPROCESO: Planificación y programación		REF	Revisado por:	FECHA			DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN		MODO DE FALLO		EFECTOS DE LOS FALLOS			S	O	D	NPR
1	Definir los objetivos a cumplir, elaborar los planes de mantenimiento y programar las acciones que se van a ejecutar.	A	No se realizan, en el plazo establecido, la definición de los objetivos a cumplir, la elaboración de los planes de mantenimiento. y la programación de las acciones que se van a ejecutar.	1	No se conoce toda la información necesaria de los equipos, el estado técnico, la ubicación y los requerimientos productivos.	Las directrices del área de mantenimiento no son trazadas correctamente (la relación entre la ubicación planificada y la real de los recursos.			9	2	1	18
				2	El personal que está frente del proceso de planificación y programación posee poca preparación para ejecutar el proceso.	Incorrecto desempeño del departamento de mantenimiento, por lo que no se logran los resultados que se esperan.			8	2	1	16
		B	La elaboración de los planes de mantenimiento, los objetivos a cumplir y la programación de las acciones que se van a ejecutar se definen en el plazo establecido, pero no con la calidad requerida.	1	No se conoce la información necesaria de los equipos y los requerimientos productivos.	Se incumplen con las actividades de mantenimiento ya sean correctivas o preventivas			8	3	1	24
				2	Los objetivos que hay entre la política de la empresa y el área de mantenimiento no poseen relación.	No se cumplen con las actividades de mantenimiento ya sean correctivas o preventivas.			10	10	2	200

			3	El personal encargado de la elaboración de la programación y la planificación del área de mantenimiento no cuenta con los conocimientos requeridos para desarrollar la actividad.	Incorrecto desempeño del área de mantenimiento e insatisfacción de las demandas requeridas.	9	7	1	63
			4	No existe comunicación entre el personal que realiza la planificación y la programación del mantenimiento y quien desempeña la actividad.	Se afecta el desarrollo de las actividades planificadas y programadas, lo que trae consigo insatisfacciones.	9	9	3	243
			5	Los objetivos no se elaboran de manera flexible, ni se podrían adaptar en caso de existir otras condiciones.	Se pierde la efectividad y la eficiencia de las acciones acometidas por el área de mantenimiento.	8	6	3	144
			1	Pueden existir fallos en la organización de los trabajos por niveles.	Paradas por procesos productivos en la entidad, por bajas parciales o totales de plantas.	8	7	3	168

2	Identificación los medios, recursos, y personal necesario para asegurar la disponibilidad.	A	La identificación de los medios, recursos y personal necesarios no se realiza de forma correcta para asegurar la disponibilidad.	2	La plantilla no se encuentra cubierta en su totalidad.	El personal tiene que realizar varias funciones a la vez lo que trae consigo que no se realicen correctamente las actividades.	9	9	3	243
				3	Las herramientas no se utilizan para la planeación agregada con el fin de determinar los requerimientos de medios y recursos.	No se cuenta con la cantidad de medios y recursos para cumplir exitosamente con los objetivos que sigue el departamento de mantenimiento.	7	6	2	84
				4	No son planificadas de manera por orden de prioridad los trabajos de mantenimiento.	Se realizan actividades de mantenimiento de forma innecesaria.	7	8	2	112
				5	No se encuentra definido el plan de lubricación y conservación de los equipos.	Imprecisión del plan de mantenimiento no alcanzando la calidad requerida de sus acciones.	8	5	3	120
				6	Problemas con el análisis de criticidad a los equipos.	Se destinan bienes, personal y horas de trabajos a equipos innecesariamente.	9	8	2	144
				7	El presupuesto planificado por la empresa es insuficiente y existe desconocimiento de las necesidades del área de	Las tareas de mantenimiento no son planificadas o ejecutadas por falta de presupuesto y disponibilidad de medios y recursos.	10	6	1	60

				mantenimiento.					
			8	Problema con la documentación económica y despacho de recursos.	Gastos evitables en el presupuesto en recursos destinados al equipamiento . de forma innecesaria.	6	5	2	60
			9	.Existe la documentación técnica para todos los equipos de producción pero no con todos los parámetros que se requieren.	Imposibilidad de realizar trabajos y con la complejidad y calidad requerida.	8	9	3	216
			10	Poco integrado o problemas con los procedimientos para la selección de proveedores.	Mal desempeño de los materiales adquiridos.	7	9	3	256
			11	No se conoce el costo de la pérdida de prestación del servicio por fallas	Imposibilidad de realizar trabajos y con la complejidad y calidad requerida.	8	9	1	72

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE		PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA				HOJA			
		SUBPROCESO Ejecución por medios propios		REF	Revisado por:	FECHA				DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN		MODO DE FALLO		EFECTOS DE LOS FALLOS				S	O	D	NPR
1	Realizar las actividades de mantenimiento, tanto planificadas como imprevistas, a través de medios propios con calidad, eficiencia y cumpliendo las normas de seguridad y medio ambiente.	A	La ejecución de las actividades de mantenimiento no se realiza con la calidad y eficiencia requerida.	1	El plan de mantenimiento establecido no es implementado o no se implementa con la calidad requerida.	Pérdidas por paros en la producción por paradas imprevistas y falta de acciones para corregir las mismas.				9	6	2	108
				2	La calificación del personal de mantenimiento no se corresponde con las necesidades existentes.	Incumplimiento de las actividades de mantenimiento, tanto las preventivas como las correctivas; así como, baja calidad en los trabajos realizados.				8	5	2	80
				3	No se realizan revisiones de los instrumentos de medición.	Falsa lectura de medición y posible sobreconsumo de materia prima.				7	2	1	14
				4	No se encuentra determinada, proporcionada y mantenida la infraestructura necesaria que permita alcanzar la conformidad con la prestación del servicio de mantenimiento.	Acciones de mantenimiento dejadas de realizar o realizadas ineficientemente.				8	4	4	128

			5	Falta de un inventario de seguridad de piezas de repuestos mínimos a mantener.	Carencia de piezas de repuesto para hacer frente principalmente a paradas no planificadas, mayores tiempos de paradas debido a fallos o roturas.	6	4	1	24
			6	El taller de mantenimiento no cuenta con los medios adecuados ni suficientes para el tipo de trabajo que se realiza.	Incumplimiento de las acciones de mantenimiento, así como falta de calidad de las mismas.	7	7	4	196
			7	La inestabilidad del personal afecta la ejecución de los planes establecidos.	Mal desempeño y afectaciones en la calidad de las tareas dispuestas y planificadas.	7	6	2	84
			8	El personal de mantenimiento no se encuentra motivado a desarrollar iniciativas y superarse.	Déficit en el nivel de preparación y ejecución de tipos de mantenimientos que demanden mayor especialización.	9	8	3	216
			9	La información recopilada en las órdenes de trabajo no es completa o presenta inconsistencias.	Posibilita el déficit en la disponibilidad de materiales, y recursos incluyendo al personal.	9	5	2	90
			10	Falta de personal en el área de mantenimiento.	Incumplimiento de funciones y tareas.	8	4	2	64
			11	El taller de mantenimiento no cuenta con los medios adecuados ni suficientes para el tipo de trabajo que se realiza.	Tercerización de dichas actividades o ejecución con medios de la entidad con bajo desempeño de calidad.	8	4	2	64

	B	Se cumple la ejecución, pero no los elementos de seguridad y medio ambiente.	1	Incorrecta aplicación del plan de seguridad y medioambiente dispuesto.	Incumplimiento de las directrices dispuestas por la dirección referentes a la protección ambiental y del personal.	8	2	1	16
			2	Baja percepción del riesgo de los empleados frente a las tareas de mantenimiento que se ejecutan.	Bajas en las plantillas disponibles ocasionado por potenciales lesiones y enfermedades profesionales.	9	2	4	72
			3	Mala gestión de recursos, medios y materiales destinados al taller de mantenimiento.	Rotura y pérdida de las maquinarias del taller de mantenimiento.	9	7	2	126
			4	Empleo indebido, parcial o completamente ausente, de los medios de protección individual de los trabajadores.	Exposición prolongada a niveles perjudiciales de ruido y sustancias nocivas empleadas en los procesos.	6	4	2	72
			5	El taller de mantenimiento no se localiza en un lugar apropiado.	Falta de seguridad del personal de mantenimiento.	8	4	4	128
			6	El personal no actúa de acuerdo con el plan medioambiental.	Aumento de la degradación del medio ambiente.	7	5	2	70

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE		PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA			HOJA			
		SUBPROCESO: Ejecución por servicio de terceros		REF	Revisado por:	FECHA			DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN		MODO DE FALLO		EFECTOS DE LOS FALLOS			S	O	D	NPR
1	Efectuar el mantenimiento en equipos puntuales a través de servicios de terceros con calidad y durabilidad.	A	La ejecución de las actividades de mantenimiento no se realiza con la calidad requerida por parte de los terceros.	1	El procedimiento de selección de proveedores de servicios de mantenimiento no se lleva a cabo según los criterios de técnica y de competencia o no se implementan correctamente.	Desorganización del trabajo de mantenimiento, así como disminución de la competitividad y eficiencia de las acciones de mantenimiento realizadas por terceros.			9	8	2	144
				2	Ausencia de documentación donde quede plasmada la reparación.	Historial parcial o inexistente de mantenimientos realizados mediante tercerización a equipos que lo necesiten.			9	8	3	216
				3	Los procedimientos para evaluar y homologar los proveedores no son los adecuados ni se cumplen.	Desorganización del trabajo de mantenimiento propiciando desconocimiento de la factibilidad de las acciones.			9	8	2	144

				4	No se dispone de un procedimiento que permita llevar a cabo una acción de seguimiento que incluya la reevaluación de los proveedores que no han actuado satisfactoriamente.	Desorganización del trabajo de mantenimiento, así como el no cumplimiento de acciones correctivas para las deficiencias detectadas en los servicios contratados	7	4	3	84
				5	No se controlan o evalúan los procedimientos de los contratados.	Incertidumbre y riesgos asociados al servicio de los equipos tratados.	7	5	3	105
				6	Déficit de insumos necesarios en las acciones de mantenimiento acometidas por los terceros.	Largas paradas en la producción hasta que estén disponibles los materiales demandados.	8	3	1	24
				7	El personal contratado no cuenta con la experiencia y conocimientos para ejecutar las actividades.	Paradas en la producción.	8	8	3	216

		B Se cumple la ejecución, pero no se cumplen los elementos de seguridad.	1	El personal que presta el servicio de mantenimiento desconoce los impactos que ocasiona no cumplir con las medidas de seguridad del puesto en que se va a desempeñar.	Aumento del riesgo en el puesto de trabajo.	8	3	1	24
			2	El personal que presta el servicio de mantenimiento no utiliza los medios de protección individual.	Aumento del nivel de riesgo del personal, así como de lesiones y enfermedades ocupacionales.	10	5	3	150
			3	El personal contratado no actúa en correspondencia con la criticidad que el equipo de trabajo representa.	Degradación del entorno laboral de obreros que en este equipo laboran.	8	3	1	24
			4	No se garantizan por el contratante los medios de seguridad demandados.	Aumento de accidentes laborales en el proceso de tercerización.	9	2	1	18
			5	El personal que presta el servicio de mantenimiento no conoce los riesgos a los que están expuestos.	Posibles lesiones o enfermedades ocupacionales.	10	4	3	120

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE		PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA			HOJA			
		SUBPROCESO: Registro y control		REF	Revisado por:	FECHA			DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN		MODO DE FALLO		EFECTOS DE LOS FALLOS			S	O	D	NPR
1	Registrar con calidad el cumplimiento de las estrategias y objetivos en el proceso de Gestión de mantenimiento.	A	El registro del cumplimiento de los objetivos y las estrategias planificados de la Gestión del mantenimiento no se desarrolla adecuadamente.	1	Ausencia de un registro de control estadístico adecuado para la demostración de la confiabilidad del servicio de mantenimiento.	Falta de control de las actividades realizadas por el departamento de mantenimiento.			9	2	1	18
				2	Incumplimiento del programa de trabajos programados de control de las acciones de mantenimiento.	No se garantiza la verificación del estado de mantenimiento a partir de los objetivos planificados, así como la no detección de deficiencias de las acciones de mantenimiento.			8	4	3	96
				3	No existe o falta de claridad en la definición de las responsabilidades y tareas del personal del área.	Los encargados del registro de la información no realizan su trabajo con la oportunidad y calidad requerida.			9	9	2	162
				4	Falta de conocimiento del personal.	Mal desempeño del personal.			8	8	3	192

		B	Se desarrolla pero no con la calidad que se necesita.	1	No se definen adecuadamente las responsabilidades y tareas del personal del área.	Desorganización en el trabajo del área de mantenimiento.	9	2	1	18
				2	No se cuenta con información precisa para llevar índices de control de eficiencia y eficacia.	Deficiente cálculo de los índices de eficiencia y eficacia.	9	2	2	36
2	Controlar con calidad el cumplimiento de las estrategias y objetivos en el proceso de mantenimiento.	A	No se realiza el control con calidad del cumplimiento de las estrategias y objetivos en el proceso de mantenimiento.	1	El software existente no arroja información suficiente, ni efectiva para la toma de decisiones.	Cálculo de los indicadores del desempeño del mantenimiento alejados del resultado real de las actividades efectuadas.	8	3	2	48
				2	El personal no conoce los mecanismos de control.	Mal desempeño del departamento de mantenimiento en las actividades de control.	7	4	3	84
				3	Se encuentran incorrectamente definidos los objetivos y estrategias para evaluar el desempeño de los trabajadores.	Desorganización en el trabajo del área de mantenimiento.	9	1	2	18

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL AMFE		PROCESO: Gestión del mantenimiento		#	Realizado por:	FECHA		HOJA			
		SUBPROCESO: Análisis y evaluación		REF	Revisado por:	FECHA		DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN		MODO DE FALLO		EFECTOS DE LOS FALLOS		S	O	D	NPR
1	Analizar y evaluar la calidad, nivel de eficiencia y cumplimiento de las estrategias y objetivos dispuestos para la posterior toma de decisiones.	A	No es evaluado ni analizado el desempeño de los objetivos planificados contra los resultados de los mantenimientos realizados.	1	No son implementadas auditorías internas y externas.	Descontrol de materiales, no se detectan posibles fallas en la gestión de recursos.		7	2	1	14
				2	Los parámetros a medir luego de realizados los mantenimientos no se encuentran bien definidos o poco representativos a cada equipamiento.	No se reconoce si se restablece con calidad el estado del activo fijo objeto de mantenimiento.		8	4	2	64
				3	No están establecidos procedimientos documentados para la realización de controles de la Gestión del mantenimiento.	No se garantiza la verificación del estado del mantenimiento a partir de los objetivos planificados.		8	1	2	16
				4	No se encuentran estipulados los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos.	Incumplimiento de las acciones preventivas y correctivas provocando desgaste del equipamiento y paradas imprevistas del mismo.		8	5	3	120
				5	El taller de mantenimiento no	No se desarrollan en tiempo las acciones de mantenimiento.		9	2	1	18

				cuenta con la organización requerida.					
	B	La evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos planificados de la gestión del mantenimiento no se desarrolla adecuadamente.	1	Falta de oportunidad, veracidad y claridad en el sistema de evaluación implementado	Afectaciones en la continuidad operativa de los equipos de producción y exigencias de efectividad de los mismos.	8	3	2	48
			2	Falta de conciliación entre los objetivos establecidos en la planificación y los tomados en cuenta en la evaluación.	Información sin solidez, no puede ser medido el desempeño real del equipo de trabajo de mantenimiento.	8	3	3	72
			3	Los procedimientos establecidos para la realización de controles de la Gestión del mantenimiento no se cumplen o se ponen en práctica incorrectamente.	No se garantiza la verificación del estado de mantenimiento a partir de los objetivos planificados, así como la no detección de deficiencias de las acciones de mantenimiento.	9	3	4	108
			4	Incorrecta definición de las áreas y funciones a auditar.	Incorrecta verificación del estado de mantenimiento a partir de los objetivos planificados.	9	5	2	90



	requieren.																			requieren.	mantenimiento.						
2 A 1 0	Poco integrado o problemas con los procedimientos para la selección de proveedores.	X																		X	Revisar los procedimientos para la selección de los proveedores para erradicar los problemas a la hora de seleccionarlos.	Director de la UEB de Servicios técnicos del departamento de mantenimiento.	Permanente	7	3	1	21

Hoja de trabajo de decisión del AMFE. Componente: Ejecución por medios propios

HOJA DE TRABAJO DE DECISIÓN DEL AMFE		Evaluación inicial:					Evaluación de seguimiento:					Acciones de mejoras	A realizar por	Intervalo inicial	NPR mejorado estimado													
		Fecha de evaluación anterior:					Fecha de evaluación actual:								S	O	D	NPR										
#	Modo de Fallo	Gravedad del fallo				Probabilidad de ocurrencia				Probabilidad de no detección				Evaluación del riesgo														
		A	M	M	M	B	A	M	M	M	B	A	M	M	M	B	A					T	I	M				
1 A 4	No se encuentra determinada, proporcionada y mantenida la infraestructura necesaria que permita alcanzar la conformidad con la prestación del	X																				Crear una infraestructura con todos los elementos requeridos que permita alcanzar la conformidad con la prestación del	Jefe del departamento Director de la UEB de Servicios Técnicos	Permanente	8	2	2	32

	servicio de mantenimiento.																servicio de mantenimiento.						
1 A 6	El taller de mantenimiento no cuenta con los medios adecuados ni suficientes para el tipo de trabajo que se realiza.	X															Garantizar todos los medios y herramientas que se necesitan para realizar cualquier actividad de mantenimiento.	Jefe del departamento de aseguramiento	Permanente	7	3	1	21
1 A 8	El personal de mantenimiento no se encuentra motivado a desarrollar iniciativas y superarse.	X															Realizar charlas motivacionales donde se traten temas relacionados con el mantenimiento.	Jefe del departamento de Recursos Humanos	Mensual	9	2	1	18
1 B 3	Mala gestión de recursos, medios y materiales destinados al taller de mantenimiento.	X															Planificar las inversiones pertinentes para aumentar la disponibilidad de recursos y herramientas para el área de mantenimiento.	Jefe del departamento económico de inversiones.	Trimestral	9	5	3	135
1 B 5	El taller de mantenimiento no se localiza en un	X															Mover el taller de mantenimiento a	Director de la Empresa de la	Anual	8	3	3	72

1 A 3	Los procedimientos para evaluar y homologar los proveedores no son los adecuados ni se cumplen.	X														X						X							Crear un procedimiento con todos los requerimientos establecidos para la homologación de los proveedores	Director de la UEB de Servicios técnicos	Anual	9	2	1	16
1 A 7	El personal contratado no cuenta con la experiencia y conocimientos para ejecutar las actividades	A															X											X	Realizar una contratación adecuada del proveedor de los servicios.	Director de la UEB de Servicios técnicos	Permanente	8	2	2	36
1 B 2	El personal que presta el servicio de mantenimiento no utiliza los medios de protección individual.	X															X											X	Exigir y controlar el uso de los medios de protección individual.	Director de la UEB de Servicios técnicos Jefe del departamento de mantenimiento.	Permanente	10	2	1	20
1 B 5	El personal que presta el servicio de mantenimiento no conoce los riesgos a los que están expuestos.	X															X											X	Realizar charlas a los trabajadores que prestan el servicio de mantenimiento sobre los riesgos a los que están expuestos.	Director de la UEB de Servicios técnicos Jefe del departamento de mantenimiento.	Mensual	10	2	1	20

