

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Contribución a la mejora de la Gestión de mantenimiento en la ronera central Agustín Rodríguez Mena.

Autor: Orestes Veitía Collazo

Tutores: M. Sc. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez

Santa Clara, 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 improving maintenance management at the Agustín Rodríguez Mena central rum factory.

Author: Orestes Veitía Collazo

Thesis Director: M. Sc. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez

Santa Clara , 2020
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 Técnico 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 Técnico. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-141



ACTA DE CONFORMIDAD PARA ESTUDIANTES DE PREGRADO

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Por una parte Droster Valtia Collazo
estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial

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

ESTUDIANTE. Con número de identidad personal 99030/10367 pasaporte
Y por otra parte Dra. Rosa Abreu Redon
Jefe del Departamento Docente de

en la mencionada facultad en lo adelante EL JEFE DE DEPARTAMENTO y

M. Sc. José Luis Espinosa Martínez profesor(es) encargado(s)

de tutelar 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 título Contribución a la mejora de la gestión de mantenimiento en la central eléctrica Agustín Rodríguez Ufosa
- 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 del 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 colaboración 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 revocar consigo el título de procerus de grado. 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 las 12 días del mes de diciembre del año 2022


EL ESTUDIANTE


JEFE DE DEPARTAMENTO


TUTOR

TUTOR

Resumen

En la presente investigación se aplicó un procedimiento para la auditoría de mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena, con el objetivo de dar respuesta a la situación problemática que fundamente la investigación. La tesis parte de un análisis bibliográfico a partir de los términos conceptuales, dentro de los cuales se sustenta la misma, así como los aspectos a considerar en el procedimiento de auditoría para evaluar la gestión del mantenimiento en Cuba, incluyendo elementos de la gestión de la energía con sus riesgos asociados y en específico en la empresa del Ron, se realiza la aplicación del procedimiento el cual consta de tres etapas, con nueve pasos en total. Durante el desarrollo de la investigación se aplicaron técnicas como entrevistas, cuestionarios, trabajo con expertos y observación directa. Como resultado fundamental y dado que el procedimiento incluye aspectos novedosos al considerar en evaluar la gestión del mantenimiento en dependencia del contexto operacional de equipamiento en la empresa detectando las principales deficiencias que influyen en el desempeño de la gestión del mantenimiento, al integral mantenimiento, energía y riesgo.

Palabras claves: *Procedimiento, auditoría de mantenimiento, riesgo y mantenimiento*

Abstract

In the present investigation, a procedure was applied for the maintenance audit in the Central Rum Company Agustín Rodríguez Mena, with the objective of responding to the problematic situation that the investigation is based on. The thesis is based on a bibliographical analysis based on the conceptual terms, within which it is based, as well as the aspects to be considered in the audit procedure to evaluate maintenance management in Cuba, including elements of maintenance management. energy with its associated risks and specifically in the rum company, the procedure is applied, which consists of three stages, with nine steps in total. During the development of the research, techniques such as interviews, questionnaires, work with experts and direct observation were applied. As a fundamental result and given that the procedure includes novel aspects when considering evaluating maintenance management depending on the operational context of equipment in the company, detecting the main deficiencies that influence the performance of maintenance management, comprehensive maintenance, energy and risk.

Keywords: *Procedure, maintenance audit, risk and maintenance*

Bibliografía

Introducción.	1
Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación.	4
1.1 Generalidades del mantenimiento.	4
1.1.1 Definiciones de mantenimiento	5
1.1.2 Objetivos e importancia del mantenimiento	6
1.1.3 Evolución del mantenimiento	8
1.1.4 Tipos de mantenimiento	9
1.3 Indicadores de mantenimiento	14
1.4 Auditoría de mantenimiento	16
1.4.1. Objetivos y beneficios de la auditoria.	19
1.5 Mantenimiento en Cuba	21
1.6 Mantenimiento en la industria del ron	24
1.7. Conclusiones parciales	25
Capítulo II. Procedimiento para la evaluación de la gestión del mantenimiento en la ronera central Agustín Rodríguez Mena.	26
2.1. Caracterización de la ronera.	26
2.1.1. Descripción de los servicios de Mantenimiento.	27
2.2. Procedimiento para la auditoría de mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena	30
2.3. Conclusiones parciales	37
Conclusiones Generales	40
Recomendaciones	41
Bibliografía	42
Anexos	58

Introducción.

La historia del mantenimiento como parte estructural de las empresas data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes o servicios. Su principal objetivo es sostener la funcionalidad de los equipos y su buen estado a través del tiempo. Por esta razón el área de mantenimiento ha evolucionado acorde a las necesidades de los clientes.

En aras de lograr el mejoramiento continuo de los diferentes procesos, cada empresa protege y busca la forma más eficiente de alargar la vida útil de sus equipos. Esto hace que el mantenimiento juegue un papel importante en cada centro y con él su control y gestión, para detectar qué sistema debe emplearse.

En los últimos tiempos, la actividad de mantenimiento ha sufrido una metamorfosis en su concepción del trabajo, pasando a ser de una actividad reactiva de “apaga fuegos” a una actividad con enfoque proactivo, debido a que los paros imprevistos son cada vez más costosos, con su considerable dosis de pérdida de credibilidad, que es lo mismo que decir pérdida de mercado. Esto le proporciona a la actividad de mantenimiento una visión de negocio pues se convierte en un factor de vital importancia dentro de la estructura competitiva de la empresa (Erazo Amanqui 2022, VILLABONA CAMACHO 2022).

En Cuba, tradicionalmente, el mantenimiento ha sido considerado como una actividad auxiliar, postergado a un segundo plano y aislado del resto de las áreas estratégicas de la empresa; además se ha minimizado su efecto decisivo en variables que definen la competitividad empresarial como el costo, el tiempo de entrega y la calidad.

Las empresas cubanas no pueden ignorar el desarrollo y avance en materia de gestión de mantenimiento. A pesar de las dificultades que apremian la aplicación de las nuevas tecnologías y procedimientos avanzados que se aplican en el mundo, no se puede estancar en el tiempo el desarrollo del mantenimiento cubano. Esta nueva situación ha creado la necesidad de convertir las empresas cubanas en organizaciones flexibles, capaces de adaptarse a los constantes cambios a partir del incremento de sus capacidades de respuesta a las nuevas condiciones del entorno.

En la Resolución No.116 (2017) se le da mayor importancia al mantenimiento y se plantea que las personas jurídicas elaboran y aprueban el Sistema de Mantenimiento Industrial que rige en sus respectivas entidades, teniendo en cuenta los aspectos recogidos en esta disposición y se obligan a su estricto cumplimiento. Quedando regido el mantenimiento en Cuba por:

a) organizar la actividad de mantenimiento a fin de garantizar que en las entidades se aplique un sistema dirigido a mejorar la efectividad del mantenimiento mediante el

establecimiento de un sistema de trabajo, que permita mejorar los procesos, alargar la vida útil del equipamiento, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y tiempo de operación de los equipos, y sobre todo una reducción significativa de los costos de producción, aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso y asegurar el cumplimiento del plan de producción;

b) consolidar el sistema de trabajo del mantenimiento para lograr una organización tal que garantice que en todas las entidades de la industria cubana se aplique como mínimo el Sistema de Mantenimiento Preventivo, basado en el registro y utilización de las horas de trabajo de los equipos, sustentado en una rigurosa y sistemática inspección técnica;

c) desarrollar la ingeniería en la actividad de mantenimiento y lograr una gestión competitiva a través de la asimilación de nuevas tecnologías que asegure la disciplina tecnológica y el cumplimiento de las normas técnicas y de calidad;

d) garantizar la organización, preparación y ejecución de las paradas y reparaciones programadas para lograr la máxima calidad y eficiencia en la realización de los trabajos;

e) integrar el personal de mantenimiento a los procesos inversionistas desde su etapa inicial y dirigir de forma adecuada los esfuerzos de mantenimiento a los trabajos tendientes a la protección del medio ambiente, la preservación de las instalaciones y equipos de los efectos de la corrosión, el ahorro de portadores energéticos, lubricantes, agua y la aplicación de nuevas fuentes de energías renovables y garantizar la seguridad operacional de las instalaciones y las personas; y

f) consolidar la actividad de sustitución y reducción de las importaciones mediante nuevos desarrollos y el incremento de las producciones nacionales, que garantice la rehabilitación y modernización de la base mecánica, apoyado en la política para el reordenamiento y uso eficiente de las máquinas herramientas y equipos en la economía nacional, para lo que se prioriza la adquisición de los materiales y herramental que aseguren la actividad.

La Ronera Central Agustín Rodríguez Mena, perteneciente a la Corporación Cuba Ron S.A., tiene como objetivo producir, añejar y comercializar rones y otras bebidas alcohólicas con altos estándares de calidad para satisfacer las más exquisitas exigencias de nuestros clientes, proporcionándoles un sello que la identifique en el mercado nacional e internacional con la tradición del mejor ron cubano, combinando un experimentado colectivo de trabajadores y cuadros eficaces con un respeto adecuado a la tecnología y al medio ambiente.

En la Ronera Central no se cuenta con las herramientas suficientes para evaluar la política de mantenimiento, no existen resultados de auditorías realizadas al

mantenimiento, solamente se tiene en cuenta el análisis de la disponibilidad de los equipos para la toma de decisiones; además de no estar delimitados los problemas que puedan afectar dicha gestión. Todo esto dificulta el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de la empresa. En síntesis esta es la **situación problemática** que fundamentó el proceso de investigación.

La necesidad de disponer, de una auditoría que permita evaluar y controlar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena, en aras de identificar las limitantes que se encuentran frenando el desempeño adecuado de esta función, se define como **problema científico** a resolver.

Se trazó como **objetivo general** de la investigación el diseño de la auditoría de mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.

Este objetivo general se desagregó en los siguientes **objetivos específicos**:

1. Seleccionar y aplicar un procedimiento para la realización de la auditoría de mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.
2. Proponer un plan de medidas encaminadas a las deficiencias detectadas en la auditoría de mantenimiento.

El valor social de la investigación radica en su contribución al mejoramiento del mantenimiento de los sistemas ingenieros, lo cual contribuirá a un aumento del nivel de servicio al cliente, la disminución considerable del número de quejas por parte de los visitantes a dicha institución y de las afectaciones medioambientales.

El aporte práctico radica en la posibilidad de poder implementar el procedimiento propuesto y de esta forma apoyar el proceso decisional referente a la selección de los proveedores de servicios de mantenimiento.

La estructura del trabajo está conformada de la siguiente manera: un primer capítulo donde se construye el marco teórico y referencial de la investigación para llegar a una conceptualización de las definiciones, elementos y tendencias principales del campo objeto de estudio y un segundo capítulo que se basa en la búsqueda de la solución del problema de investigación planteado y donde se exponen los principales resultados obtenidos. Finalmente se exponen las conclusiones correspondientes, las recomendaciones propuestas, la bibliografía consultada y los anexos necesarios.

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación.

En el presente capítulo se realiza una revisión bibliográfica actualizada sobre diferentes aspectos que serán de utilidad para la elaboración y comprensión del trabajo en cuestión, en el cual se abordan aspectos como el mantenimiento y dentro de este, específicamente, la auditoría de mantenimiento. Para ello se realiza la revisión, consulta y análisis de documentos y artículos relacionados con el mantenimiento y en específico con esta forma de evaluar la gestión de mantenimiento. En este sentido se consultó bibliografía especializada y actualizada, tanto nacional como internacional. Los temas fundamentales a tratar se resumen en el hilo conductor del Marco Teórico Referencial que se muestra a continuación en la figura 1.1.

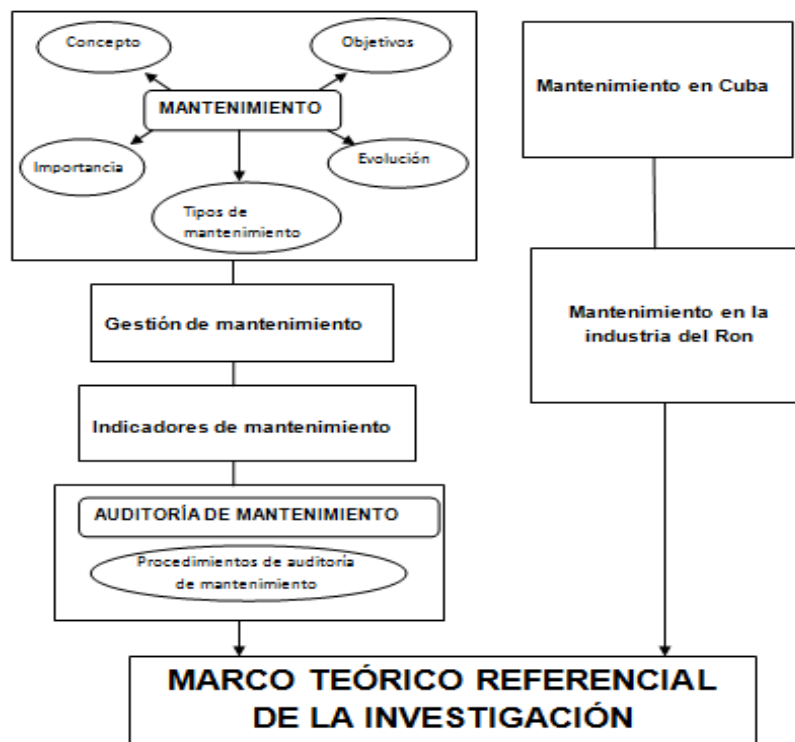


Figura 1.1. Estrategia seguida para la construcción del Marco Teórico Referencial de la investigación.

1.1 Generalidades del mantenimiento.

En este epígrafe se tratarán las definiciones propuestas por diferentes autores sobre el mantenimiento, para ser tomadas como base en la comprensión del trabajo en cuestión. También se analizarán los objetivos, la importancia, la evolución, así como los tipos de mantenimiento.

1.1.1 Definiciones de mantenimiento

El mantenimiento es uno de esos elementos que hasta muy recientemente no ha desempeñado más que una función reactiva, limitada en medios y destinada exclusivamente a garantizar el cumplimiento de los programas de fabricación (Alavedra Flores and al 2016, Tandalla Guanoquiza 2017, Nuñez Palma 2018, Ccapa Rojas and Mechato Yovera 2019, Parrales and al 2020, Saragih and al 2020, Tasé Velázquez, Camello Lima et al. 2020)

El enorme costo de las paradas en la producción ha obligado a cambiar por completo este punto de vista y el mantenimiento ha devenido en uno de los medios por los que la empresa moderna puede incrementar notablemente sus niveles de productividad y competitividad. Las concepciones más modernas sobre mantenimiento lo destacan como parte integrante de la estrategia de mejora permanente de la competitividad global de las empresas, es una actividad que no debe ser considerada como un costo a corto plazo sino como un potenciador de beneficios a mediano y largo plazo (Vargas Vargas, Estupiñán Díaz et al. 2017, Nuñez Forestieri 2018, Silva Urbina and al 2019, Yavarone 2019).

Según (Estupiñán Díaz and Vargas Vargas 2015) el mantenimiento es una actividad de vital importancia en la industria; al aplicarse se logra un mayor alargamiento de la vida útil del equipo, una reducción significativa de los costos en reparación y gastos en repuestos, así como de aquellos gastos que incurren en la mano de obra ligada a la actividad.

Mora Gutierrez (2012), referencia do en Ortueta Rivas (2021), expresa que el mantenimiento es garantizar que el parque industrial esté con la máxima disponibilidad cuando lo requiera el cliente o usuario, con la máxima confiabilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar, con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente por el demandante, para producir bienes o servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o requerimientos, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible, y con los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad; es decir, para generar mayores ingresos.

Diferentes autores han aportado a la definición del mantenimiento y, en su mayoría, coinciden en los elementos que identifican el mantenimiento (ver anexo 1). El autor del presente trabajo se identifica con el concepto presentado por De la Paz Martínez (2015), ya que proporciona una visión más integral de esta actividad, en consonancia con la dimensión que ha alcanzado esta función en la actualidad y con su impacto en el entorno empresarial. Según esta autora, mantenimiento es la integración de las

acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos, 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 ambiente y la seguridad durante su ciclo de vida.

El mantenimiento, en otras palabras, consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa.

1.1.2 Objetivos e importancia del mantenimiento

Varios autores (Alejo Figueroa 2012, De 2013, Capote 2014, Borroto Pentón, De la Paz Martínez et al. 2015, Alavedra Flores and al 2016, Altamirano Espinoza 2017, Alvarado 2018, Aguirre Apolinario 2019, Al Turki, Duffuaa et al. 2019) concuerdan en los aspectos de la conformación del objetivo principal del mantenimiento, siendo éste, de manera general, alcanzar el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo o de servicios (mejorar la disponibilidad de los equipos, evitando o minimizando las averías y fallos de los equipos y por tanto sus consecuencias) con la mayor seguridad para el personal y menor contaminación del medio ambiente, al menor costo posible.

Diversas fuentes bibliográficas (Amendola, Artacho et al. 2017, Andersson and al 2017, Antúnez Sánchez and Zamora Mayorga 2017, Araya Rojas 2017, Aguiar Díaz, León Santos et al. 2020, Asis Manrique and Coronel Parinango 2020, Carrazana and Alonso 2020, Cheng, Chen et al. 2020), han destacado que los objetivos específicos del mantenimiento se basan principalmente en la reducción de los costos y el aumento de la productividad y la eficiencia. Varios de los autores mencionados los resumen de la forma siguiente:

- Maximizar la productividad.
- Minimizar los costos.
- Obtener la calidad requerida.
- Incrementar el ahorro energético.
- Minimizar el impacto en el medio ambiente.
- Maximizar la seguridad e higiene.

La meta no debe ser la conservación propiamente dicha, sino el coincidir con las demás actividades de la empresa en la obtención de las más altas capacidades de producción, es decir dirigir su función en la obtención del modelo óptimo de mantenimiento para cada componente del sistema a un costo mínimo. Se debe finalmente, considerar como objetivo de especial importancia, el hecho de crear dentro

de todas las áreas de la empresa la conciencia de los beneficios del mantenimiento, no solo en la prolongación de la vida útil de todos los equipos y en la mejora de la calidad de los productos sino también en el aumento determinante de la seguridad de los operarios, que se debe tener como uno de los parámetros primordiales al medir la efectividad del sistema. El mantenimiento dentro de la industria es el motor de la producción, sin mantenimiento no hay producción. El desempeño de la empresa estará en la calidad de mantenimiento que se provea a cada uno de los elementos, es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento 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; El mantenimiento está enfocado en la mejora continua y prevención de fallas, mediante una organización que esta documenta la misma que ayuda al trabajo en equipo, y preparación constante para actuar sin dejar caer la producción

A medida que transcurre el desarrollo tecnológico las instalaciones industriales se vuelven cada vez más complejas y automáticas con grandes cadenas de producción, cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas. La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con una organización que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación para reducir al mínimo las pérdidas de producción (García Palencia, 2012). Una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las ventajas siguientes (Azze Alonso and Ochoa Ávila 2017, Baquero Pardo 2017, Bardales Pinedo 2017, Barrantes Cabanillas 2017, Ayala Mesta 2018, Bartuste Domínguez 2018, Batista 2018, Cachada and al 2018, Cruz Agustín 2019, Cueva Sánchez and Velasquez Daga 2019, Culma Arias and Ramírez Arias 2019, Gallego Valencia and Arboleda Urrea 2019, Marrero Hernández, García Hernández et al. 2021, Morales Ccopa 2021, Osorio Bedoya 2021, Pamela and Herrera 2021):

- *Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.*
- *Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.*
- *Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas o sus componentes.*
- *Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.*
- *Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en el cambio o reparación de las mismas.*
- *Evita los daños irreparables en las máquinas.*

- *Facilita la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa.*

1.1.3 Evolución del mantenimiento

En 1930, el empresario automotriz Henry Ford, implementó un nuevo sistema de organización al interior de su empresa al cual llamó "Producción en cadena". Con el nuevo modelo de Ford, surge el concepto de mantenimiento, el cual dependía del departamento de operación quien era el que determinaba en qué momento se debían realizar las labores de reparación (Bárzaga Quesada and al 2017, Becerra Paguay 2017, Biler Reyes 2017).

Se conoce que la evolución de la función de mantenimiento ha transitado por varias etapas. Varios autores consideran estos cambios acontecidos a través de tres generaciones (Borges, Nardi et al. 2017, Boza Martel and Donato Tejada 2017, Bracho-Ortega and al 2017, Bartuste Domínguez 2018, Batista 2018, Cachada and al 2018, Ccapa Rojas and Mechato Yovera 2019, Cedeño 2019, Clemenza 2019, Villar Ledo and al 2022, Zamora-Vega 2022) las cuales representan cómo han venido creciendo las expectativas respecto al desempeño del mantenimiento, la visión de la naturaleza de los fallos del equipamiento y las mejores prácticas utilizadas en una época determinada. Sin embargo, otros (Campos Ventura 2017, Canuto 2017, Guerrero Cano, Luque Sendra et al. 2018, Guillén Guerra 2018, Durand and al 2022, Mohammadi and al 2022, Saltos, Macías et al. 2022, Sotomayor Sancho Dávila 2022) plantean que al desarrollo de la tercera generación del mantenimiento se han ido añadiendo nuevas tendencias, técnicas y filosofías, de tal forma que se puede hablar de una cuarta generación. Algunos autores (Capelo Guijarro 2017, Carrión, Vines et al. 2017, Castillo Cabeza 2017, Miranda and Lima 2018, Montañez Tupayachi 2018, Guerra and al 2019, Gutiérrez Márquez 2019, Hernández González, Ramírez Ramírez et al. 2019, Montesdeoca and Vidal 2020, Parra and Crespo 2020, Parrales and al 2020) comprenden la evolución del mantenimiento como un proceso que ha transcurrido por cinco etapas. Cada generación representa una evolución de la anterior, aunque las últimas coexisten en el tiempo.

Primera generación de mantenimiento. La primera generación del mantenimiento comprende el periodo entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial. En este momento, la industria era muy poco mecanizada y no era prioridad evitar fallos en los equipos porque los tiempos fuera de servicio no eran críticos. Además, los equipos eran bastante simples, fiables y fáciles de reparar; por ello, el único mantenimiento que se realizaba era el de "reparar cuando se averíe". El objetivo principal que se perseguía en esta generación era reparar al momento de la rotura, o sea, un mantenimiento

correctivo (Gutierrez 1999, Kelly and Harris 2005, Luis 2007, Martínez 2007, Garrido 2010, Cruz Ayala 2014, González Jorge 2018)

Segunda generación de mantenimiento, a partir de la Segunda Guerra Mundial. Esta evolución surge por la exigencia de una mayor continuidad en la producción y por una mayor complejidad en máquinas y equipos. Aparece entonces el concepto de mantenimiento preventivo sistemático. Esta evolución surge por la exigencia de una mayor continuidad en la producción y por una mayor complejidad en máquinas y equipos. Aparece entonces el concepto de mantenimiento preventivo sistemático.

Tercera generación de mantenimiento, a partir de los 80. Sus objetivos se centran en ocho aspectos: disponibilidad de los equipos y sistemas, fiabilidad de los mismos, optimización de los costes, aumento de la seguridad, incremento de la calidad (aparecen las certificaciones ISO 9001 e ISO 9002), aumento de la conciencia de preservar el medio ambiente (teniendo en cuenta la ISO 14001), aumento de la duración de los equipos y vigilancia de la normativa vigente. Aparecen los mantenimientos según condición, los predictivos y otras técnicas como el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) y el TPM (mantenimiento productivo total).

Cuarta generación de mantenimiento, se orienta hacia la satisfacción del cliente. Se extiende la externalización del servicio de mantenimiento y se fijan ratios medibles para poder calificar el servicio de mantenimiento, con bonificaciones y penalizaciones.

Quinta generación de mantenimiento, a finales del siglo XX y principios del XXI, la importancia de los recursos energéticos por su coste y por su carácter de agotables hace que la eficiencia energética tenga un papel capital en el mantenimiento y explotación de las instalaciones, incluyendo en muchos casos la cesión de los contratos energéticos a las empresas mantenedoras, que en ese caso se encargan de comprar la energía primaria y vender la energía útil transformada garantizando unos ratios establecidos en contrato. De este modo la propiedad puede dedicarse exclusivamente a su actividad principal mientras la empresa mantenedora se dedica a la explotación técnica del edificio.

1.1.4 Tipos de mantenimiento

Muchos son los autores que han investigado sobre los tipos de mantenimiento que han existido a lo largo de los años; en el (anexo 2) se relaciona un grupo de referencias que tratan el tema. Varios autores (Navarrete 2001, Amendola 2003, Fernández 2004, Garrido 2007, Martínez Ramírez and Carbonell Soto 2020, Llor Fernández, Quiroz Fernández et al. 2021, Torres Martinez 2021, Agudo Juela and Ortiz Altamirano 2022,

Medina Lozano 2022) coinciden en que los tipos de mantenimiento fundamentales son: el correctivo, el preventivo y el predictivo.

(Sexto 2017)plantea, de acuerdo a la norma europea EN 13306, que si no hay cambios en las características intrínsecas del activo (aquellas determinadas por el diseño), entonces el mantenimiento se divide, convencionalmente, en preventivo (antes que ocurra el fallo) y correctivo (luego de ocurrir el fallo). Es decir, la ocurrencia del fallo es el evento discriminante para definir lo que es preventivo de correctivo.

- El mantenimiento predeterminado (cíclico, independiente de la condición, tradicionalmente llamado mantenimiento preventivo planificado), junto al Mantenimiento Basado en Condición (CBM) y el mantenimiento predictivo -que se presenta como variante del CBM- son todos consideradas subclasificaciones del mantenimiento preventivo. La explicación es porque están presentes como tipos de mantenimiento que se efectúan antes que ocurra el fallo.
- Al tipo de mantenimiento que implica la generación de una orden de trabajo (que puede ser preventiva o correctiva) luego de evaluar la condición (resultado de las actividades de Mantenimiento Basado en Condición y/o mantenimiento predictivo), se le denomina mantenimiento activo. De aquí se desprende que existe el mantenimiento activo preventivo y el mantenimiento activo correctivo.
- El concepto de tipo de mantenimiento mejorativo es aplicable cuando el mantenimiento que se ejecuta sobre el activo se orienta a crear un cambio positivo en alguna de las características intrínsecas (determinadas por el diseño), pero no cambia las funciones originales del mismo. El mantenimiento autónomo (acciones ejecutadas por los operadores) puede ser parte tanto del mantenimiento preventivo como del mantenimiento mejorativo.
- El mantenimiento correctivo, se subdivide en aquel que se realiza inmediatamente después de la verificación de un fallo funcional (correctivo inmediato) y el mantenimiento correctivo diferido, que puede programarse, a diferencia del correctivo inmediato que se impone como necesidad de intervención no prevista para contrarrestar las consecuencias del fallo. Los une el hecho que, tanto el correctivo inmediato como el correctivo diferido, se ejecutan siempre a posteriori de un fallo.

De acuerdo a (Rodríguez Machado 2012), referenciado en Garit Fariñas (2021), los tipos de mantenimiento son:

- Mantenimiento correctivo, el cual se clasifica como:
 - ✓ De emergencia (ocurre sobre equipos críticos. La intervención no puede diferirse en el tiempo. Es totalmente indeseable)

- ✓ De urgencia (ocurre sobre equipos críticos o semicríticos. La intervención puede diferirse en el tiempo. No es deseable, pero es soportable)
- ✓ De oportunidad (ocurre sobre equipos no críticos o redundantes. La intervención puede diferirse en el tiempo. Es deseable para el equipo seleccionado)
- Mantenimiento preventivo, se puede clasificar como:
 - ✓ Rutinario (control periódico de los equipos. Intervención menor, ajustes, limpieza, lubricación. Realizado por el operario).
 - ✓ Sistemático o basado en el tiempo (en función de un contador (horas, km., etc.) o por calendario. Intervención mayor. Realizado por el personal de mantenimiento).
 - ✓ Predictivo o basado en la condición (mide desarrollo de variables (vibraciones, ruidos, desgastes, etc.). Predice futura intervención, realizado por el personal de mantenimiento, ocurre en circunstancia controlada, efectos sobre la producción controlados, limitada disponibilidad de recursos, repuestos disponibles).
- Mantenimiento modificativo, dentro de este tipo de mantenimiento se realiza:
 - ✓ Proyecto (adaptación del equipo original a necesidades de la empresa. Realizado por el personal de Ingeniería)
 - ✓ Prevención (rediseño del equipo original o de sus partes para minimizar las fallas. Realizado por el personal de mantenimiento)
 - ✓ Reacondición (para incrementar la vida útil del equipo. Aplicación de nuevas tecnologías. Realizado por el personal de mantenimiento)
- Mantenimiento detectivo.

1.2 Gestión de mantenimiento

En el siglo XXI el objetivo que persiguen las empresas es el de generar valor, es decir, obtener mayores beneficios que trasciendan más allá del económico, como por ejemplo las buenas relaciones con los clientes o proveedores, el desarrollo sostenible y el prestigio corporativo. Es así, como la competitividad hace resonar al unísono los sistemas de productividad, seguridad, calidad y medio ambiente en un contexto que requiere integrarlos y mantenerlos a través del tiempo; por esta razón se hace importante un componente que garantice que los demás sostengan su ritmo en el exigente mercado globalizado, y se establece un factor clave denominado confiabilidad, que solo puede ser conseguido a partir de la gestión del mantenimiento. (Colombia. 2014, Kelly Estefany Bueno Jaramillo)

Según la ISO-9000 (2015) la gestión no es más que el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización; entonces, se puede definir la

gestión del mantenimiento como “las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada”(Díaz Cajas and Quimbiurco Villa 2008).

El término puede ser definido, según el criterio de varios autores (Silvoso 1972, Bergmark 1989, Olmo 1990, Cañibano 1996, de León 1998, Marín 2018, Medaković and Marić 2018, Menacho López 2018, Mendoza Espinoza 2018, Macías Lóor, Zavala González et al. 2019, Manrique Plácido 2019, Espinosa Martínez and al 2020, Fernández Carreiras 2020, Cataño Cataño and Giraldo Ossa 2022, Cisneros and al 2022, de Andrade, de Oliveira et al. 2022) como: “el proceso de planificación, organización, ejecución, evaluación y control de las tareas relacionadas con el mantenimiento, que busca la forma de retroalimentar el ciclo para mejorar la gestión, logrando un alto índice de calidad de los productos y/o servicios y una mayor disponibilidad de los activos físicos”. En el (anexo 3) se muestra el modelo conceptual de un sistema de gestión del mantenimiento.

Fuertes, del Olmo y Hernández ya desde 1994, p.14, planteaban que “...algunos análisis sobre la efectividad de la gestión del mantenimiento indican que un tercio de todos los costos de mantenimiento se deben a una mala gestión”.

La gestión de mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución, la evaluación y el control.

Se denomina **planificación** del mantenimiento al conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad. Deben ser cubiertos por la planificación los aspectos siguientes:

- Planes de mantenimiento.
- Manejo de repuestos y partes.
- Recursos Humanos.
- Manejo de contratistas (terceros).
- Recursos físicos.
- Recursos financieros. (2013, Dra. C. Ing. Yodaira Borroto Pentón)

Esta función es el inicio y alma de la gestión y con ella se debe lograr dar respuesta a las preguntas: ¿cuándo?, ¿con qué? y ¿con quién? Es en esta fase donde se logra definir las acciones de mantenimiento (preventivo, correctivo) a realizar en los equipos o instalaciones, los recursos necesarios (materiales y humanos) y se establece el balance de las cargas de trabajo con las capacidades de medios y hombres para llevarlas a cabo (Ledesma 2008, Posada Lemus 2009, Aguilar Otero, Torres Arcique et

al. 2010, Garrido 2010, Gaitán 2022, Huaman Chavez 2022, López Idrovo 2022, Medina Lozano 2022, Mendoza and al 2022).

La **organización** es la etapa donde se debe dar respuesta a las preguntas ¿qué hacer? y ¿cómo hacerlo?; además, se organiza todo el plan de trabajo. Para ello se vale de dos fases: la fase organizativa en la cual se determina la estructura de trabajo, las funciones dentro de esta, las relaciones externas e internas, los procedimientos para el flujo y registro de información y documentación, y la fase preparatoria que define la preparación de los recursos (materiales y humanos), la documentación y las instalaciones (Vargas Vargas, Estupiñán Díaz et al. 2017, Vásquez Mayo 2017, Vega Acuña 2017, Suca Pari 2018, Tapia Muñoz 2018, Tejos and Vallejos 2018, Benitez 2019, Buenaño Moyano, Villagrán Cáceres et al. 2019, Burritt 2019)

La **ejecución** del mantenimiento es la etapa que pone en práctica todo lo planificado de forma efectiva y eficiente, tratando de que se cumpla lo planificado. (Goya Rodríguez and Alfonso Llanes 2017, Ruiz Cuan 2019) Esta puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. La tendencia generalmente es a las organizaciones de tipo mixto, descentralizadas por sectores. Borroto Pentón (2013)

Las tareas específicas en la ejecución del mantenimiento son las siguientes:

- Servicios técnicos: revisión, limpieza y fregado, lubricación, pruebas de regulación (ajustes y tolerancias perdidos por causas imprevistas) y conservación para la no operación.
- Protección contra la corrosión activa o pasiva: pintura y protecciones especiales.
- Inspecciones: controles del desgaste, revisión de los instrumentos de medición y revisión de los dispositivos de seguridad.
- Reparaciones: pequeñas, medianas y generales (Ibídem).

La **evaluación y el control** es el conjunto de actividades pendientes a verificar el desempeño correcto de la preparación, de su realización correcta, el control funcional y la información al sistema; posteriores a la ejecución. En la función de control es donde se manifiesta en mayor grado la interrelación de las funciones generales de la dirección y el carácter único de este proceso. Esta consiste en determinar si la actividad o tarea realizada se efectúa de acuerdo con lo previsto (plan, norma, leyes, órdenes, disposiciones) o si el estado del sistema en un momento dado se corresponde con el estado planificado o normal, con el fin de rectificar o evitar las desviaciones en los casos en que existan (Cisneros and al 2022, de Andrade, de Oliveira et al. 2022, Durand and al 2022).

A su vez, ayuda a las empresas a mantener sus recursos al tiempo que controlan el tiempo y los costes para garantizar la máxima eficiencia del proceso de fabricación y las instalaciones relacionadas. Es una herramienta que ayuda a garantizar una calidad fiable y satisfactoria de la producción, la seguridad de los empleados y la protección del medio ambiente. La gestión del mantenimiento también es conocida como GMAO, que significa Gestión del Mantenimiento Asistido por ordenador (Alva Linares 2021, Angulo Chávez 2021, Aylas Cuba 2021, Bakri and al 2021, Erazo Amanqui 2022, Flores Velasquez 2022, Fontanella de Weinberg 2022, Friedrich and al 2022).

Se coincide con Larralde Ledo [1994] en que existen diversas formas de evaluar la gestión de mantenimiento aunque todas ellas pueden resumirse en dos grandes grupos:

- Medición de resultados a partir del cálculo y análisis de **indicadores de mantenimiento**.
- Valoración del desarrollo mediante control directo, principalmente a través de **auditorías**, que permiten realizar una evaluación más cualitativa y por tanto más flexible para su adecuación en el terreno, en dependencia de los puntos débiles y fuertes que vayan encontrando los auditores.

1.3 Indicadores de mantenimiento

El principio de la gestión de mantenimiento, está basado en el seguimiento de una cierta cantidad de cifras – índices, obtenidas por la composición de los índices acumulados en un tablero de instrumentos. La eficacia del mantenimiento puede ser acumulada mediante la comparación de los resultados obtenidos y los resultados propuestos. La determinación de los resultados esperados, es principalmente dominio del administrador o gestor de mantenimiento de cada empresa y de su evolución en el curso del tiempo (Castro Ruiz 2021, Checa Martínez 2021, Condori Astuyaure and Hurtado Esquerre 2021, López Idrovo 2022, Medina Lozano 2022).

Según Hernández Cruz y Navarrete Pérez [2001] un indicador o índice es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo-calidad y plazos.

(De la Paz Martínez and Alfonso Llanes 2013) plantean que una variedad relativamente grande de indicadores ha sido sugerida para monitorear el desempeño del mantenimiento con resultados no siempre consistentes. No se encuentra definido un sistema de selección que defina el indicador o grupo de ellos más recomendables a la hora de realizar dicha evaluación. En su tesis “Diplomado Dirección y Gestión

Empresarial” afirma que después de la composición de los índices, la experiencia ha comprobado que hay que respetar los siguientes principios:

- Cada usuario debe escoger sus propios índices: el gestor de mantenimiento de la fábrica no está interesado en los mismos índices que el responsable de mantenimiento de uno de los sectores de la producción
- Se tiene el mayor interés en limitar el número de índices que se deben seguir en un tablero de instrumentos (un máximo de diez, parece el más indicado).
- Los índices deben estar basados en datos de fácil disponibilidad dentro de la empresa. Se entiende que se debe instalar un sistema para recoger los datos.
- Los valores que constituyen los índices se deben actualizar continuamente.
- Los resultados de los índices deben ser interpretados para hacerlos comparables con los resultados anteriores.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué.

El control de estos indicadores favorecerá el éxito y la efectividad de la toma de decisiones, al permitir que el administrador de mantenimiento visualice un amplio espectro de valores de las variables en cada momento de la actividad de mantenimiento, reduciéndose de esta manera la improvisación y la incertidumbre de las decisiones (Paseiro Cortiñas 2017).

Según Larralde Ledo [1994] los indicadores de mantenimiento pueden clasificarse en dos grandes grupos: indicadores del comportamiento de mantenimiento (ICM) e indicadores de estado técnico de los equipos y sistemas (IET).

Diversos autores se han referido a los indicadores de mantenimiento desde el punto de vista de la confiabilidad (Vahos, Pino et al. 2019, Valdivia Castañeda 2019, Vargas García 2019, Errandonea, Beltrán et al. 2020, Eslava Juscamaita 2020, Espinosa Martínez and al 2020, Cordero Gómez, Gómez González et al. 2021, Crognier and al 2021, Díaz Sánchez 2021, Diaz Zuluaga and al 2021, Durand and al 2022, Flores Velasquez 2022, Huaman Chavez 2022, López Idrovo 2022).

Lourival Tavares, en su libro Administración moderna del mantenimiento [Lourival Tavares, 1999] refiere seis indicadores de clase mundial (son utilizados según las mismas expresiones en todos los países), cuatro de ellos se refieren al análisis de

gestión de equipamiento y los demás se refieren a la gestión de costos. Estos índices clase mundial son:

- Tiempo medio entre fallos: Es la relación entre el tiempo de operación de un equipo y el número total de fallos detectados en el período observado. Es calculado para artículos reparables, convirtiéndose en una herramienta óptima para medir la confiabilidad del equipo Borroto Pentón (2013).
- Tiempo medio para el fallo: Es la relación entre el tiempo de operación de un equipo y el número total de fallos detectados en el período observado Borroto Pentón (2013).
- Tiempo medio para la reparación (TMPR): Es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallos detectados en el período analizado.
- Disponibilidad: es una función que permite estimar el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado Améndola (2003).

El mantenimiento causa un gran impacto en las finanzas y la eficiencia productiva del negocio, y los indicadores de mantenimiento aportan datos relevantes para que los gerentes midan el desempeño del área y sepan cómo optimizarlo. Al aplicar estas métricas, los administradores podrán aumentar la eficiencia de los procesos relacionados con el mantenimiento, estandarizarlos, reducir sus costos, aumentar su control, entre otros beneficios que mejoran la competitividad de la organización Elías Gutiérrez (2003).

1.4 Auditoría de mantenimiento

Las auditorías de mantenimiento son una herramienta que sirve fundamentalmente para identificar posibilidad de oportunidades de optimización, es mejorar la competitividad de las empresas, es saber exactamente donde se está, detectando las áreas que presentan problemas, se puede intentar mejorar estas áreas por medios propios o mediante la contratación del mantenimiento.

El objetivo que se persigue al realizar una auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es crucificarle: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados (García, 2009).

Según el criterio de algunos autores en la tabla 1.1, se muestran las áreas que presentan mayores dificultades en las auditorías de mantenimiento.

Tabla 1.1. Determinación de las áreas según diferentes autores. Fuente: elaboración propia.

Autores	Áreas
<p>(García, 2009). 105 cuestiones a plantear en una auditoría de mantenimiento. Editorial RENOVETEC. Oficina Territorial de Madrid. España.</p>	Departamento de mantenimiento
	Medios técnicos empleados por Mantenimiento
	El mantenimiento preventivo y el Plan de Mantenimiento
	La organización del mantenimiento correctivo
	Los procedimientos de mantenimiento
	Análisis del sistema de información
	Analizando el stock de repuesto El análisis de los resultados de mantenimiento
<p>(Acosta-Palmer y Troncoso- Fleitas, 2011). Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. Ingeniería Mecánica. Vol. 14. No. 2, p. 107-118. La Habana. Cuba.</p>	Organización General
	Recursos Humanos
	Control Económico
	Planificación, programación y control
	Ingeniería de Mantenimiento
	Tercerización Gestión de Seguridad
<p>(Alfonso, 2009). Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV. Santa Clara, Cuba.</p>	Administración del mantenimiento
	Servicios de terceros
	Personal
	Gestión de piezas de repuesto
	Evaluación y control Infraestructura
<p>(Capelo, 2017). Elaboración de un modelo de gestión de mantenimiento mediante la norma "EN 16646", para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento en la unidad oncológica Solca –Chimborazo. Trabajo para obtener el título de ingeniero de mantenimiento. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica escuela de ingeniería de mantenimiento. Riobamba. Ecuador.</p>	Gestión de personal y Subcontratados
	Programación y planificación de trabajos
	Gestión de activos y recambios
	Costos y compras
	Mantenimiento
	Documentación
	Mejora continua
	Seguridad
<p>(Chiangy Montes de Oca, 2016). Mejoramiento del Mantenimiento y el Medio Ambiente en el Hotel Playa Cayo Santa María. Caibarién. Cuba.</p>	Organización
	Administración
	Personal
	Infraestructura y Equipos
	Equipos e Instalaciones
	Servicio de terceros
	Seguridad Medio Ambiente y Aseguramiento de la calidad
<p>(Borroto, 2005a). Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara. Cuba.</p>	Organización del mantenimiento
	Administración del mantenimiento
	Personal de mantenimiento
	Infraestructura y equipos de mantenimiento Equipamiento e instalaciones

	Servicio de terceros
(Espinosa y Días, 2020). Auditoría de mantenimiento en hoteles del destino turístico Cayos de Villa Clara. Facultad de ingeniería de mecánica e industrial. Departamento de ingeniería industrial.	Administración del mantenimiento
	Servicio de terceros
	Personal de mantenimiento
	Piezas de repuesto
	Evaluación y control
	Infraestructura
	Seguridad
	Medio ambiente
	Calidad
	Energía

En la tabla 1.1 se puede ver como se evidencia la importancia de la auditoría de gestión por varias razones: se puede aplicar a todas las operaciones que se realizan en la organización, debido al análisis profundo que realiza este tipo de auditoría permite comprobar la exactitud, veracidad y autenticidad de las operaciones desarrolladas por la organización.

La mejor solución suele ser realizar una auditoría de mantenimiento, comparando nuestro departamento con un departamento modelito, ideal, y determinar qué cosas nos separan de ese modelo. Podemos contratar esta auditoría a una empresa externa, y tener la opinión de alguien externo, pero también es posible prepararla desde dentro.

Tanto la auditoría como el mantenimiento son consideradas hoy día, sin lugar a dudas, como dos actividades sumamente complejas y normadas, con aplicaciones o tipologías diversas. Desde la perspectiva etimológica, auditar proviene del inglés audit, a su vez derivado del latín audire (oír), mientras que mantener es la contracción de la expresión en latín manu tenere (mano y dominar, retener); es decir, retener en las manos.

Según (Avalos, Avalos et al. 2010) la auditoría de gestión examina en forma independiente la información contable con el fin de determinar su razonabilidad o eficiencia administrativa y/o legal, evalúa las operaciones, y controla las actividades en todos los niveles que realiza la organización logrando generar nuevas ideas, procedimientos, métodos y técnicas para el control de operaciones y actividades venideras fruto de las experiencias obtenidas.

La auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen el conjunto de políticas, procedimientos o requisitos (ISO-19011, 2018).

Las auditorías pueden ser clasificadas en dos formas (Paseiro, 2017):

- Internas: Es una estrategia o política para chequear como van aconteciendo las actividades dentro de la empresa. (Proceso de Auto mejora).
- Externa: Actividad realizada por expertos de otras entidades o consultores especializados en la temática a auditar, con vista a una certificación u homologación.

Las posibles áreas y funciones a auditar deben ser definidas y analizadas por un equipo de trabajo conformado por el equipo auditor, el cliente de la auditoría y/o el auditado.

La auditoría a la gestión de la calidad del mantenimiento consiste en: el examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de economía, eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos para mejorar la acción de la administración y facilitar la toma de decisiones (Acosta, Palmer, 2012).

Si auditoría es la verificación de que una actividad o información determinada se apege al cumplimiento de las normas o estándares los cuales se suponen debe cumplir, y el mantenimiento es el conjunto de actividades mediante las cuales se busca garantizar la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de la propiedad, planta o equipos necesarios para la producción industrial o prestación de un servicio, puede decirse entonces que desde la perspectiva de la incidencia del proceso de auditoría sobre el mantenimiento, en términos generales la Auditoría de Mantenimiento, es la verificación del cumplimiento de los objetivos preestablecidos en cuanto a los elementos centrales para el control y evaluación de la gestión del mantenimiento (Hernández, Laverde et al. 2017).

1.4.1. Objetivos y beneficios de la auditoría.

Los objetivos de la auditoría deben ser definidos por el cliente de la misma y pueden ser los siguientes:

- comprobar y valorar el grado de cumplimiento de los objetivos del servicio;
- comprobar y valorar la adecuación y eficiencia de los medios y sistemas para la consecución de los objetivos;
- comprobar y valorar la existencia de sistemas organizativos y de control idóneos a las necesidades de la gestión;
- evaluar la gestión del mantenimiento; y
- elaborar un plan de reformas para potenciar la eficacia del servicio y el cumplimiento de los objetivos parciales y generales del mismo.

Dentro de los beneficios que ofrece esta herramienta se encuentran:

- Fomenta el desarrollo del Sistema de gestión del mantenimiento.

- Proporciona a la dirección la información para la toma de decisiones más acertadas.
- Permite la mejora continua de la gestión del mantenimiento.

Para (García, 2009) la auditoría de mantenimiento “es tan sólo una forma de identificar problemas y proponer soluciones” agrega que cuando la dirección de una empresa o el responsable de un departamento se preguntan si la gestión de mantenimiento es la adecuada, la mejor solución para obtener una respuesta puntual, clara y concisa, es realizar una auditoría de mantenimiento. La empresa puede optar por contratar una empresa externa para que efectúe la auditoría de mantenimiento, y tener así la opinión de un especialista externo, aunque es posible efectuar la auditoría de mantenimiento desde dentro.

Aunque la ideal según lo expuesto por (Hernández, et al. 2017) es la auditoría del mantenimiento externa, pues provee, de manera imparcial y objetiva, mejoras significativas en los costos de mantenimiento y la efectividad operacional a través de sus acciones, buscando:

- Evaluar la ejecución de actividades por parte de los operarios de los equipos;
- Buscar el mejoramiento continuo de los equipos;
- Educar y capacitar a los responsables de las actividades de mantenimiento;
- Recopilar información y evaluar la satisfacción de las necesidades de los clientes;
- Establecer prioridades adecuadas a los servicios;
- Determinar servicios necesarios e innecesarios.
- Analizar la información y aplicar soluciones simples pero estratégicas.
- Planificar el mantenimiento con enfoque en la estrategia específica por tipo de maquinaria o equipo
- Establecer sistemas de mantenimiento con auxilio del procesamiento electrónico de datos.
- Usar herramientas y dispositivos de medición del estado del arte (situación actual del mantenimiento)
- Reconocer el potencial industrial/productivo y mejorar la productividad de la mano con la implementación de soluciones estratégicas.
- Acompañar los costos de ciclo de vida de la maquinaria o equipo

Para (Alzaid, 2012), la auditoría de mantenimiento puede tener dos propósitos:

- Evaluar desempeño de las funciones actuales de mantenimiento y determinar la necesidad de una estrategia de mantenimiento consistente
- Evaluar el desempeño de las funciones de mantenimiento después de implementada la estrategia.

La auditoría ha venido evolucionando en el transcurso del tiempo y uno de sus objetivos primordiales en la actualidad es la evaluación de las operaciones para determinar y aumentar su grado de eficacia, economía y eficiencia; criterios estos conocidos en la ciencia administrativa como las tres “E” de la Gerencia.

1.5 Mantenimiento en Cuba

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no estaba formalizada la actividad de mantenimiento. Sin embargo, desde 1961 ha existido un reconocimiento a la importancia de esta, en particular desde el proceso de institucionalización del país, a partir del cual se fomenta y se establece su dirección por parte del Estado y del Partido, por su decisiva influencia en el ahorro de recursos y en el normal funcionamiento del proceso productivo (De la Paz Martínez 1996, Rodríguez Machado 2012).

En el marco del proceso de institucionalización del país, el primero de diciembre de 1976 se promulgó la Ley No. 1323, Ley de Organización de la Administración Central del Estado, que estableció, entre las atribuciones y funciones principales del Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica, en su artículo 81, inciso ch, “...la elaboración de Normas de Mantenimiento y Explotación para las Máquinas-Herramienta del País”. Para la elaboración de dichas normas se tomaron como base las normas y experiencias de la antigua URSS, Bulgaria y la ex-RDA (aunque la experiencia era original de la compañía Ford norteamericana), adaptándolas en lo posible a las condiciones específicas cubanas, constituyéndose así el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado para las Máquinas-Herramienta de Arranque de Virutas, Conformado de Metales, Elaboración de Madera, Equipos de Fundición, Equipos de Izaje, Transportación, integrado por normas y procedimientos de gran importancia técnica y económica. El sistema fue implantado en todas las empresas del citado Ministerio (Rodríguez Machado 2012).

En el II Congreso del Partido Comunista de Cuba (1981, p. 78), se estableció, como un lineamiento para el desarrollo de la industria: “Ejecutar una política sistemática de mantenimiento y reparaciones generales que permitan garantizar o restituir las capacidades potenciales a las unidades...” y, a partir de la política trazada en el país en relación con el mantenimiento, la mayoría de las empresas cubanas asumieron el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado, conocido por las siglas MPP, adaptándolo a sus características.

En el Informe Central al III Congreso del Partido (1986), se hizo un análisis crítico de la calidad del mantenimiento y las reparaciones a partir del cual se planteó, como lineamiento de trabajo para el quinquenio 1986-1990: “Reducir la influencia negativa

que ejercen en el aprovechamiento de las capacidades instaladas (...) las roturas de los equipos tecnológicos y la reducción del rendimiento de los fondos básicos por mantenimiento insuficiente u operación inadecuada.”

En el mes de octubre de 1987 cobró vigencia la Norma Cubana (NC 92-44: 86) que establece los términos y definiciones fundamentales y de uso más común en la realización del mantenimiento y la reparación de los artículos industriales. Esta norma concordaba con una norma CAME análoga de 1985 (SE-CAME 5151) y tenía como base las normas cubanas del Sistema Único de Documentación de Proyectos de 1978 y la norma internacional ISO 4092 (1984) expresando que el mantenimiento es “...el conjunto de operaciones u operación que se realiza a un artículo para restablecer su estado de capacidad de trabajo o su buen estado durante su utilización, su destino, estacionamiento, almacenamiento y transportación.”

En el Programa del Partido (1987), dentro de los objetivos de la política económica a partir del III Congreso, se señala: “Se deberá priorizar la política de mantenimiento y reparación periódica de los equipos, edificios e instalaciones, por su decisiva influencia en el ahorro de recursos para las inversiones, así como en el funcionamiento ininterrumpido del proceso productivo y en la reducción de las normas de consumo de energía y materiales.”

En general, puede apreciarse que ha existido una atención y un reconocimiento a la importancia de la actividad de mantenimiento en el país y que no ha cambiado la política económica respecto a mantenimiento en los últimos años, más bien se ha matizado, y esto puede ser interpretado de la Resolución sobre el desarrollo económico del país (1991), posterior al IV Congreso del Partido.

En 1996 se realiza otro avance en la actividad del mantenimiento en Cuba. Este avance está dado por la propuesta realizada por De la Paz Martínez (1996), quien, a partir de la versión cubana del Sistema Alterno de Mantenimiento, introducido en la industria mecánica cubana por Portuondo Pichardo (1989), desarrolla este con la denominación de Sistema Alternativo de Mantenimiento, manteniendo sus siglas (SAM).

Más tarde en el año 1999, se empieza a enfocar el mantenimiento desde un punto de vista más gerencial o de gestión Sánchez Sánchez (1999), realiza una contribución al Sistema de Gestión del Mantenimiento en empresas productoras de azúcar crudo con lo que se pretende mejorar la gestión de los activos físicos en el Ministerio de la Industria Azucarera. En el año 2001 se realiza otro aporte a la Gestión del Mantenimiento, esta vez desde una óptica poco tratada pero verdaderamente importante, la planificación de los Recursos Humanos en el SAM (Aguilera Martínez, 2001). Esta fue aplicada en empresas textiles del Ministerio de la Industria Ligera.

En el 2005 se produjo otro avance notable en la Gestión del Mantenimiento, al ser desarrollado e implementado un procedimiento para la realización de la auditoría de Mantenimiento en el Ministerio de Salud Pública específicamente en hospitales de la provincia de Villa Clara Borroto Pentón (2005). Además, como resultado de las auditorías aplicadas, se propuso un sistema de mantenimiento especialmente diseñado para hospitales, denominado Sistema Alternativo de Mantenimiento en Hospitales (SAMHOS). Alfonso Llanes (2009) propuso un procedimiento para administrar el proceso de tercerización del mantenimiento, cuya aplicación se realizó en empresas del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), del Ministerio del Turismo (MINTUR) y del Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), proveyendo al sistema empresarial de una herramienta efectiva para la administración de los procesos de externalización de actividades y funciones de mantenimiento.

A partir del VI Congreso del PCC en Mayo del 2011 se ponen en vigor los lineamientos que rigen la política económica y social del país, se destaca al mantenimiento dentro de las primeras prioridades en todas las esferas según lo planteado en el artículo 117 y se trata el mantenimiento en 16 de ellos, manifestando que constituyen una prioridad las actividades de mantenimiento tecnológico y constructivo en todas las esferas de la economía, así como priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas, entre otros.

En el año 2013, con el objetivo de implementar los lineamientos 117 y 220 del VI Congreso PCC, dirigidos a priorizar el mantenimiento industrial, se decide elaborar la política, para lo cual fue designado el MINDUS, para ello se creó un grupo de trabajo temporal constituido por representantes de los organismos que tienen incidencia, en esta actividad y que comenzaron a hacer el diagnóstico en 91 entidades seleccionadas según el procedimiento de Acosta Palmer (2013). El alcance del diagnóstico incluyó la gestión del mantenimiento y el estado técnico de las máquinas, equipos e instalaciones industriales. Tuvieron en cuenta las principales deficiencias que existen en el estado técnico de los equipos, tanto mecánicos como eléctricos, en las condiciones socio ambiental de las instalaciones, en la lubricación, la organización y limpieza de las instalaciones.

En el año 2016 a partir del VII Congreso del PCC, se actualiza el Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista y se confecciona un plan de desarrollo hasta el año 2030. (Garit Fariñas, 2021)

En Cuba están en vigor las Resoluciones 66/2021 y 67/2021, que norman todo lo inherente al Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial y los

Procedimientos para la Categorización del Sistema de Gestión Integral de Mantenimiento Industrial (MINDUS 2021).

1.6 Mantenimiento en la industria del ron

El mantenimiento en la industria del ron es un objetivo fundamental para el cumplimiento de su misión de brindar el aseguramiento del estado técnico de instalaciones y equipamientos que constituyen servicios de apoyo para el resto de los procesos. Emplear recursos financieros, humanos y materiales con la finalidad de obtener ulteriores beneficios económicos y sociales para mantener, desarrollar la entidad a través de la explotación de nuevos activos fijos. Garantizar los servicios de verificación y calibración de los medios de medición. Brindar servicios de ensayos según acuerdos con los clientes del laboratorio. Garantizar una correcta programación y control de la producción para lograr un flujo coherente de las materias primas entre todos los procesos productivos. Y dar seguimiento al sistema de gestión integrado (calidad, inocuidad, energía innovación y medio ambiente). (Ficha de proceso de gestión industrial, Cuba Ron S.A.)

Desde 1993 se crea por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros la Corporación Cuba Ron S.A.(Gálvez Pérez, 2018), que tiene como slogan “CUBA RON...el productor original...” y para mantener esta originalidad las instalaciones, equipos y portadores energéticos deben trabajar con una garantía absoluta y un máximo de calidad. Este mantenimiento se rige por la Resolución 116/2017 del Ministerio de Industrias, que refiere las Indicaciones metodológicas que contienen los requisitos técnico-organizativos mínimos del sistema de mantenimiento industrial (Gaceta Oficial, 3 de octubre de 2017) y el documento oficial Reglamento: Organización del mantenimiento de muebles, equipos, medios e inmuebles, firmado por la Vicepresidencia Industrial de la Corporación Cuba Ron.

La Resolución 116/2017 tiene el fin de garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones industriales que conforman los procesos productivos y permitir que estos alcancen su máximo rendimiento. Las personas jurídicas elaboran y aprueban el Sistema de Mantenimiento Industrial que rige en sus respectivas entidades, teniendo en cuenta los aspectos recogidos en esta disposición y se obligan a su estricto cumplimiento. (Gaceta Oficial, 3 de octubre de 2017)

El Reglamento para la organización del mantenimiento de muebles, equipos, medios e inmuebles fue confeccionado a partir del estudio del Manual de Normas y Procedimiento que constituyen el mantenimiento fabril, este reglamento tiene como objetivo definir los mantenimientos, características y tipos de

mantenimientos, técnicas para el control del gasto, plan anual de mantenimiento, especificaciones de la programación y evaluaciones que faciliten medir la eficacia del mismo.

1.7. Conclusiones parciales

Mediante la revisión bibliográfica se logra recolectar una serie de informaciones que permiten arribar a las conclusiones siguientes:

1. El mantenimiento en la época moderna se ha convertido en un medio mediante el cual las empresas pueden incrementar notablemente sus niveles de productividad y rentabilidad, por lo que es parte integrante de la estrategia de mejora permanente de la competitividad global de las mismas, siendo considerado un potenciador de beneficios a mediano y largo plazo.
2. Las auditorías de mantenimiento son una forma de evaluar la gestión de mantenimiento con la finalidad de diagnosticar; identificar qué actividades se desarrollan según lo esperado, cuales no y aquellas que son susceptibles de mejora.
3. Se selecciona el procedimiento de Espinosa Martínez y Díaz Santana (2020) ya que incluye aspectos novedosos al considerar elementos en la evaluación y la gestión del mantenimiento como energía y riesgos.

Capítulo II. Procedimiento para la evaluación de la gestión del mantenimiento en la ronera central Agustín Rodríguez Mena.

En el presente capítulo se realiza el procedimiento para la evaluación del mantenimiento en la ronera central Agustín Rodríguez Mena. Demostrando los principales problemas existentes en esta entidad y las acciones de mejora a tomar. El capítulo está estructurado en dos epígrafes, en el primero se caracteriza la ronera central Agustín Rodríguez Mena, y en el segundo se realiza el procedimiento para la evaluación de mantenimiento en la misma.

2.1. Caracterización de la ronera.

El presente trabajo se realizó en la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena”, se encuentra ubicada en la calle No 2, CAI George Washington, Manacas, en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara.

Esta entidad fue fundada en el año 1972 perteneciendo a la Empresa de Bebidas y Licores Villa Clara, Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL). Más tarde, en el año 1993 se crea la Corporación Cuba Ron S.A por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Las instalaciones de la Ronera Central fueron segregadas de dicha empresa y se entregaron en usufructos por 25 años, prorrogables por 25 más, a la Corporación Cuba Ron S.A.

Como organización, con el fin de dar respuesta a las necesidades de los clientes, está constituida por una Dirección General, dos áreas de regulación y control: dirección administrativa, la dirección de Economía y cuatro Unidades Empresariales de Base (UEB Ronera, UEB Destilería, UEB Comercial y UEB Industrial)

Principales clientes.

La Ronera Central cuenta con dos clientes fundamentales HCI (Havana Club Internacional) y la comercializadora Cuba Ron. A HCI se le venden todas las producciones de Havana Club ya sea embotellado o a granel y ellos se encargan de su distribución, a la comercializadora Cuba Ron se le vende las producciones de otras marcas como es el caso del Ron Cubay, el que es distribuido por ellos, no obstante a que la ronera como tal no comercializa sus productos directamente a los clientes finales es de destacar la estrecha relación que mantienen con estos pues el área comercial realiza visitas periódicas a los mismos con el objetivo de conocer las inquietudes de los clientes y poder satisfacer sus expectativas.

Principales proveedores.

Los principales proveedores de la Ronera Central son: Destilería Jesús Rabí, Empresa Azucarera “George Washington”, Electroquímica de Sagua, Ronera Santiago de Cuba, Presidencia Cuba Ron S.A., Destilería Enrique José Varona, Ronera Santa Cruz del Norte, Destilería Melanio Hernández, Ronera Cárdenas, Destilería Heriberto

Duquesne, Empresa de Calderas Alastor V.C, Laboratorio Central de la Corporación Cuba Ron.

En la actualidad ha logrado avances tecnológicos que le han permitido lograr productos de alta calidad penetrando importantes nichos del mercado nacional e internacional. Fundamentalmente en las cadenas hoteleras y las tiendas de recaudación de divisas y mercado como en Corea del Sur, España y Francia.

Misión

Producir, añejar y comercializar rones y otras bebidas alcohólicas con altos estándares de calidad para satisfacer las más exquisitas exigencias de nuestros clientes, proporcionándoles un sello que nos identifique en el mercado nacional e internacional con la tradición del mejor ron cubano, combinando un experimentado colectivo de trabajadores y cuadros eficaces con un respeto adecuado a la tecnología y al medio ambiente.

Visión

Contar con una cartera de productos para la exportación y el mercado interno en divisas, competitivo y diversificado según los requisitos del cliente. Alto nivel de profesionalidad, conocimiento y motivación de cuadros y trabajadores en general que les permita mejorar continuamente sus resultados. Tener certificado en las entidades un sistema integral de gestión que garantice: la comparación con estándares internacionales, la inocuidad de las producciones, la seguridad y salud de los trabajadores, el ejercicio de una gestión ambiental responsable, la introducción oportuna de los logros de la ciencia y la técnica y la automatización de procesos, teniendo como premisa una elevada cultura industrial como productores de los mejores rones cubanos.

Objeto Social

Producir y comercializar rones y otras bebidas alcohólicas de distintos tipos y calidades, aguardientes, alcoholes y sus derivados. Brindar servicios de comedor obrero, cafetería con alimentos ligeros y otras actividades recreativas asociadas, para los trabajadores del centro. Vender energía renovable al sistema electroenergético nacional.

2.1.1. Descripción de los servicios de Mantenimiento.

Los elementos y procedimientos que contempla el sistema de mantenimiento van a estar agrupados y estructurados, atendiendo a los controles esenciales, en esta sección se contempla lo siguiente:

1. Controles Generales para el Mantenimiento.

Los objetivos de este son:

- Servir como punto de partida a la organización de la actividad, presenta en forma racional, esquemática y codificada la versión del conjunto de objetivos del mantenimiento.
- Indicar la criticidad de objetivos del mantenimiento según las características de cada fábrica.
- Servir al Jefe de Mantenimiento como medio funcional para identificar y localizar las carpetas de forma rápida, así como a los equipos físicamente.

2. Controles para Calderas.

Objetivo Generales:

- Disponer de información pormenorizada sobre cada caldera.
- Establecer instrucciones relacionadas sobre la operación y mantenimiento de estas
- Planificar las inspecciones y reparaciones así como los medios y materiales adecuados.
- Encontrar buenas condiciones de funcionamiento en los equipos auxiliares y bombas.
- Encontrar que el aspecto general, limpieza y combustión sea el establecido.

3. Controles para Refrigeración

Objetivos Generales.

- Disponer de información pormenorizada de cada uno de los equipos que componen las instalaciones de refrigeración.
- Establecer instrucciones a los operadores y mecánicos relacionadas con el mantenimiento y operación de los sistemas de refrigeración.

4. Controles para Tratamiento de agua.

Objetivos Generales.

- Disponer de información pormenorizada de cada uno de los equipos y de los medios auxiliares que se utilizan para el tratamiento de agua.
- Establecer instrucciones relacionadas con el control y el mantenimiento de los equipos del sistema de tratamiento de agua. Lograr con orden y disciplina que se asegure un régimen de explotación de los equipos con las especificaciones establecidas para las aguas.

5. Controles para Electricidad

Objetivos generales:

- Establecer una organización y un chequeo sobre la actividad eléctrica que asegure buenas condiciones de funcionamiento y buen estado técnico de los equipos e instalaciones de: fuerza, alumbrado, control y pararrayos.

- Evitar las paralizaciones de producción que ocasionan las averías en equipos y sistemas eléctricos de la industria.
- Realizar el análisis y determinación de los repuestos eléctricos e intervenir en el aseguramiento de los mismos.

6. Controles para Instrumentación

Objetivos Generales:

- Conservar en óptimo estado los medios de medición y automatización, de modo que garanticen los niveles de las capacidades productivas en la cantidad, calidad y eficiencia establecidas.
- Garantizar la coordinación entre tecnología, mantenimiento y técnicos de la actividad, para tener en los procesos tecnológicos de nuestras plantas todos los medios de medición y automatización necesarios, incluyendo los instrumentos y equipos de pesar.
- Para el logro de estos objetivos el sistema constara con una parte que aplicara en la empresa y otra que se ejecutara en las fábricas.
- Con esto se lograra una mayor operatividad del sistema, un mejor control del mismo y una mayor eficiencia de la actividad.

7. Controles para Lubricación

Objetivos Generales:

- Disponer de las normas e instrucciones aplicables a la lubricación de la fábrica en cada uno de sus equipos en forma expresa y autorizada.
- Que cada equipo se lubrique en tiempo y forma con el lubricante apropiado.
- Evitar la contaminación y deterioro de los lubricantes mediante el correcto almacenaje y manipulación.
- Evitar deficiencias de lubricación por pérdida de aceite y grasa motivada por sellos, retenedores o juntas en mal estado.
- Garantizar una programación de la lubricación a través de las tarjetas de control de lubricación y caja calendario.
- Planificar adecuadamente los medios y lubricantes necesarios.

8. Controles para Construcción Civil.

Objetivo General.

- Conservar en buen estado todas las instalaciones y otros locales incluyendo techos, servicios sanitarios, duchas, paredes, escaleras sótanos, refugios, áreas verdes, pisos, calles, etc.

2.2. Procedimiento para la auditoría de mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena

Se propone el procedimiento que incluye tres etapas y ocho pasos como se puede observar en la figura 2.1, propuestos por Espinosa y Santana (2020), tomando en consideración las propuestas de Corretger (1996), aplicadas por Borroto (2005) con algunas de las adecuaciones realizadas por Borroto, et al. (2016), y otras propuestas realizadas por Espinosa y de la Paz (2017). Para la realización de la auditoría de la gestión de mantenimiento deberá influir sustancialmente en la planificación, la realización y la presentación de informes a fin de asegurar que se centren en asuntos que son importantes para la institución y para alcanzar los objetivos de la auditoría de mantenimiento.

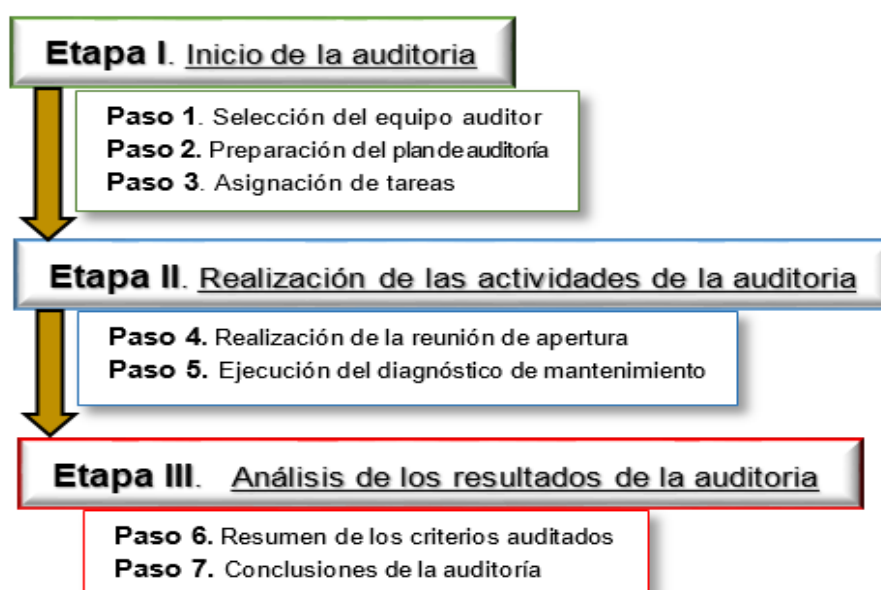


Figura 2.1. Procedimiento de auditoría de gestión de mantenimiento.

Fuente: Espinosa y Santana (2020).

Etapa 1. Inicio de la auditoría de mantenimiento

En esta primera etapa del procedimiento se seleccionó el equipo auditor. Se preparó el plan de auditoría y se asignaron las tareas en dependencia de las competencias de los auditores.

Paso 1. Selección del equipo auditor

Se seleccionó el equipo auditor teniendo en cuenta las competencias necesarias para lograr los objetivos de la auditoría. En el equipo se garantiza su total independencia en la realización de la auditoría, para lo cual, se escogió al jefe de mantenimiento en la ronera por toda su experiencia en el cargo y al energético, ya que estas dos áreas van de la mano en este proceso. Como premisa, dichos auditores estuvieron ajenos a las responsabilidades inherentes a cualquier aspecto a auditar. En la tabla 2.1 se muestra los nombres completos y los cargos de los participantes de este equipo.

Tabla 2.1 Equipo auditor seleccionado.

Nombre		Cargo
1	Pablo Rivas del Sol	Jefe de mantenimiento de la Ronera
2	Junior Gamas Camejo	Especialista en ahorro y uso racional de energía
3	José Ulivis Espinosa Martínez	Especialista Externo
4	Orestes Veitía Collazo	Facilitador

Paso 2. Preparación del plan de auditoría

Pablo Rivas del Sol jefe del equipo auditor, el cual se seleccionó debido a sus años de experiencia y su extenso conocimiento sobre auditorías; preparó un plan de evaluación el cual fue la base para el acuerdo entre todos los implicados que tuvo en cuenta: definición de objetivos, alcance, criterios de la evaluación, asignación de recursos y elaboración del cronograma de realización.

Los objetivos son definidos por el cliente de la auditoría:

- ⇒ Se comprobó la adecuación y eficiencia de los medios y sistemas para la consecución de los objetivos;
- ⇒ Se identificó las oportunidades para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento y de su desempeño;
- ⇒ Se evaluó y comprobó la capacidad del auditado para determinar los riesgos y oportunidades, y para identificar e implementar acciones eficaces para abordarlos;
- ⇒ Se evaluó la gestión del mantenimiento
- ⇒ Se elaboró un plan de reformas para potenciar la eficacia del servicio y el cumplimiento de los objetivos parciales y generales del mismo.

El alcance de la auditoría definió la extensión y los límites de la misma. Para la definición del alcance de la auditoría se recomendó realizar un trabajo en grupo con especialistas y un análisis detallado de la literatura, así como determinar las áreas y funciones a auditar. La experiencia práctica de los autores indicó que la duración de la auditoría de mantenimiento se estima como máximo en cinco días. De la misma forma, la información necesaria para la realización de la auditoría cubrió como mínimo un período de tiempo de seis meses.

Los criterios de la auditoría de manera general constituyen el conjunto de políticas, procedimientos y los requisitos, los cuales se utilizaron como una referencia con la cual es comparada la evidencia de la auditoría. En este caso se trabajó con estándares de excelencia de mantenimiento, muchos de ellos definidos en la literatura consultada, otros derivados del estudio realizado con especialistas y la experiencia de los autores de esta investigación. En la figura 2.2 se muestran las diferentes áreas y funciones a auditar propuestas por los diferentes autores.

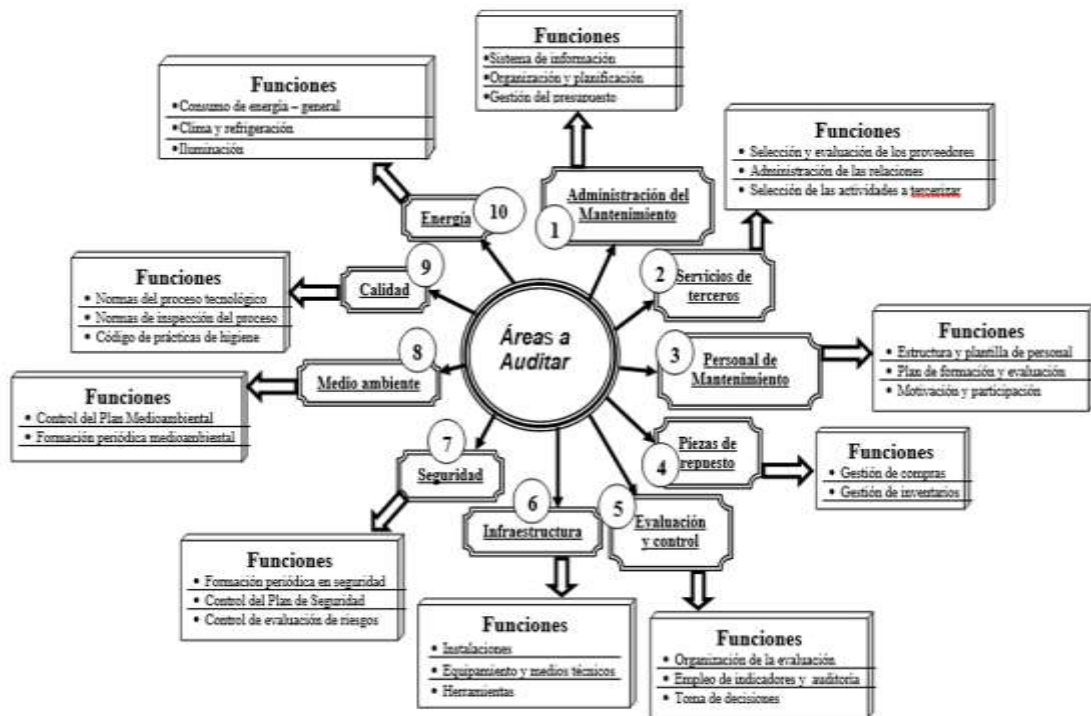


Figura 2.2. Áreas y funciones a evaluar.

Los recursos asignados fueron garantizados por el cliente de la auditoría. El cronograma de realización de la auditoría de mantenimiento es elaborado por el jefe del equipo auditor, considerando el alcance de las actividades de la auditoría.

Paso 3. Asignación de tareas

El jefe del equipo auditor realizó la asignación de tareas a cada miembro del equipo, considerando la competencia y la independencia de los auditores y el uso eficaz de los recursos.

Etapa 2. Realización de las actividades de la auditoría

En esta segunda etapa del procedimiento, se realizó la reunión de apertura de la auditoría y el diagnóstico de mantenimiento. Se comenzó identificando y caracterizando al departamento de mantenimiento con cuestiones puntuales, tal como: nombre del auditor; fecha de la auditoría; cantidad de personal total de mantenimiento; cantidad de turnos de la jornada laboral; cantidad de personal de mantenimiento por turno; tipos de mantenimiento que se aplica y cantidad de repuestos en almacén.

Paso 4. Realización de la reunión de apertura

Según lo planteado en la ISO-19011 (2018) participa la dirección de los auditados y el equipo auditor. La misma es dirigida por el jefe del equipo auditor el cual presenta al equipo de trabajo y el plan de auditoría.

Paso 5. Realización del diagnóstico de mantenimiento

Con la realización del diagnóstico de mantenimiento permitió detectar las fortalezas y debilidades de la empresa objeto de estudio respecto a la gestión del mantenimiento. Una vez realizado el diagnóstico la entidad auditada trazó un plan de acción para

solucionar las deficiencias detectadas. La recopilación, verificación y análisis de la información se propuso realizarla a través de examen documental, observación directa, entrevistas y guías de diagnóstico que contengan los estándares para evaluar la gestión del mantenimiento (anexo 4).

Etapas 3. Análisis de los resultados de la auditoría

Para llevar a cabo el análisis de los resultados de la auditoría de mantenimiento se propuso realizar las acciones siguientes: evaluación de las áreas y funciones auditadas, evaluación de la gestión del mantenimiento, así como los riesgos asociados a cada una de estas evaluaciones, y las conclusiones de la auditoría.

Paso 6. Resumendelos criterios auditados

Se analizaron los resultados de la auditoría de mantenimiento realizada en la entidad objeto de estudio práctico donde se realizaron las siguientes acciones: evaluación de las áreas y funciones auditadas, evaluación del riesgo asociado a las áreas y funciones, y evaluación de la gestión del mantenimiento.

Acción 6.1. Evaluación de las áreas y funciones a auditar

El equipo auditor, teniendo en cuenta los problemas detectados en la realización del diagnóstico de mantenimiento, procedió a realizar la evaluación de las áreas y funciones auditadas, empleando las expresiones de cálculo del (anexo 5).

Se puede apreciar que, para realizar los cálculos con las expresiones anteriores, es necesario determinar el peso o importancia relativa de cada área y de cada función a auditar. Ello deberá sustentarse en el análisis realizado por el grupo de trabajo (equipo auditor, el jefe de mantenimiento, energético y especialista externo).

En el (anexo 6) se muestran los resultados obtenidos de los pesos de las áreas y funciones por el método de ordenación simple con múltiples expertos en el procedimiento de auditoría aplicado en esta investigación.

En la tabla 2.2 se muestra el resultado del cálculo de la evaluación de las funciones. De igual forma en la tabla 2.3 se muestra el resultado de las áreas de la empresa objeto de estudio práctico.

Tabla 2.2 Resultado de la evaluación de las funciones de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena

Funciones	EF_{ij}(%)
Sistema de información	90
Organización y planificación	78.57
Gestión del presupuesto	91.6
Selección y evaluación de proveedores	83.33
Administración de las relaciones	95
Selección de las actividades a tercerizar	100
Estructura y plantilla de personal	94.4

Calificación, plan de formación y evaluación	100
Motivación y participación	87.5
Gestión de compras	60.7
Gestión de inventarios	90.4
Organización de la evaluación	95.8
Empleo de indicadores y auditoría	87.5
Toma de decisiones	81.2
Instalación	78.1
Equipamiento y medios técnicos	90
Herramientas	89.3
Formación periódica en seguridad	100
Control del Plan de Seguridad	100
Control de evaluación de riesgos	97.2
Control del plan medioambiental	100
Formación periódica medioambiental	100
Normas del Proceso tecnológico	100
Normas de Inspección del Proceso	93.7
Código de prácticas de higiene	91.7
Consumo de energía – general	90.6
Clima y refrigeración	100
Iluminación	81.2

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 2.3 Resultado de la evaluación de las áreas de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena

Áreas	RA _j
Administración del mantenimiento	90.16
Servicios de terceros	89.81
Personal de mantenimiento	90.65
Piezas de repuesto	72.58
Evaluación y control	86.84
Infraestructura	87.43
Seguridad	99.61
Medio ambiente	100
Calidad	95.96
Energía	91.92

Fuente: *elaboración propia*

Acción 6.2. Evaluación del riesgo asociado a las áreas, funciones y preguntas del cuestionario

Para la estimación del Riesgo los expertos determinaron que los valores de R_{pi} , R_{fj} y R_{Ak} , que se obtendrán, el riesgo sea identificado a partir de sus valores como se muestra en la tabla 2.4

Tabla 2.4 Escala de la evaluación del Riesgo

Valores	Riesgo
<8	Alto
≥ 8 y < 12	Medio
≥ 12	Bajo

Determinación del riesgo por preguntas (R_{Pi}) para la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena. En la figura 2.3 se muestran el resultado del (anexo 4) el cual muestra el porcentaje del comportamiento de los riesgos por las preguntas del cuestionario aplicado.

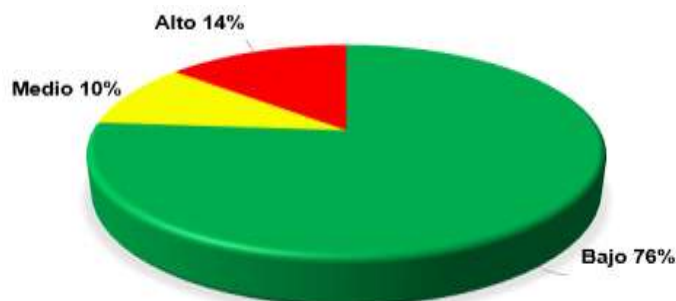


Figura 2.3 Riesgos por preguntas de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.

En la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena se muestra un 76% de las preguntas con un riesgo bajo que representan 138 de las preguntas realizadas, un 10% con un riesgo medio que representa 18 de las preguntas y un 14% de alto riesgo que representan 25 preguntas.

Determinación del riesgo por funciones (R_{fj}) para la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena. En la figura 2.4 se muestran el resultado del (anexo 7) el cual muestra el porcentaje del comportamiento de los riesgos por cada función.

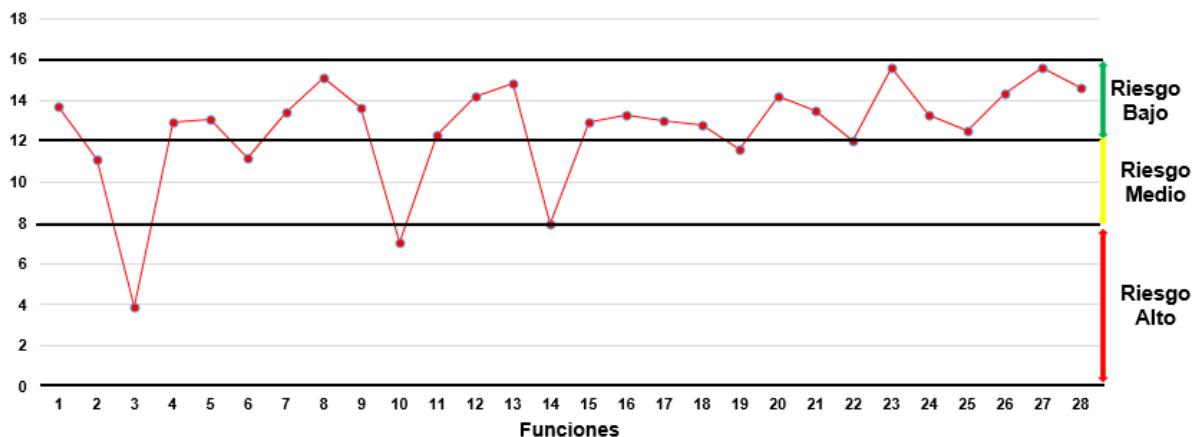


Figura 2.4 Riesgos por funciones de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.

En la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena como se puede observar en el gráfico posee tres funciones con un riesgo medio destacando las funciones de (Organización y planificación, Selección de las actividades a tercerizar, y Control del Plan de Seguridad) las cuales poseen una evaluación que oscila entre bien y excelente, y aun así poseen riesgo medio. Dentro de las funciones de riesgo alto se observan dos funciones dentro de ellas (Gestión del presupuesto y Toma de decisiones) la cual tienen una evaluación de bien y (Gestión de compras) la cual tiene una evaluación de aceptable.

Determinación del riesgo por áreas (R_{Ak}) para la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena. En la figura 2.5 se muestran el resultado del comportamiento de los riesgos por cada área de la empresa objeto de estudio práctico.

Acción 6.3. Evaluación de la gestión del mantenimiento

Para la valoración de este indicador se utilizó una escala (intervalo) en forma porcentual (Tabla 2.5) determinada por el grupo de trabajo conformado. Esta asignación de puntaje permite evaluar bajo una misma escala a distintos aspectos involucrados en el mantenimiento, lo que nos proporciona una visión bastante real del estado actual del mantenimiento en la entidad.

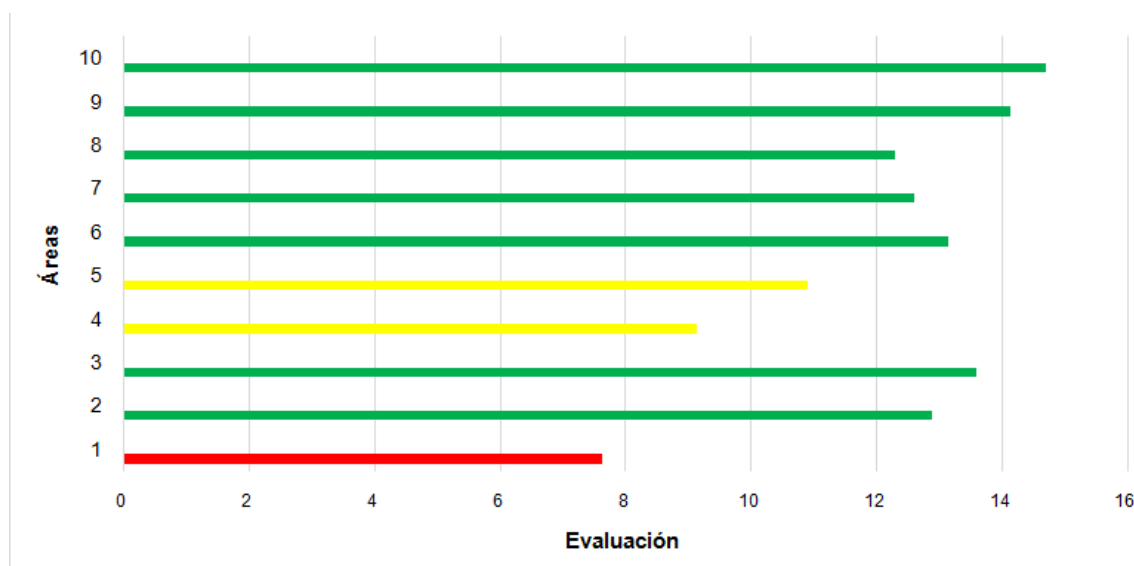


Figura 2.5 Riesgos por áreas de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.

Antes de obtener la evaluación de la gestión de mantenimiento en la empresa objeto de estudio práctico, se analizó la evaluación de cada función y sus riesgos, así como las evaluaciones de las áreas y sus riesgos

Tabla 2.5. Escala decidida para valorar el indicador de mantenimiento (I_{NM})

Intervalos de I_{NM} (%)	Evaluación de la gestión del mantenimiento
$(95 \leq I_{NM} \leq 100)$	EXCELENTE
$(80 \leq I_{NM} < 95)$	BIEN

$(65 \leq I_{NM} < 80)$	ACEPTABLE
$(I_{NM} < 65)$	DEFICIENTE

Según la escala anterior y los resultados obtenidos en la tabla 2.6 se puede determinar la evaluación, la cual fue de bien. Las principales áreas afectadas fueron administración del mantenimiento, piezas de repuesto, y evaluación y control evaluada con un riesgo medio. Las demás áreas fueron evaluadas con un riesgo bajo.

Paso 7. Conclusiones de la auditoría

Con los resultados obtenidos de la auditoría se realizó un gráfico de radar de control donde se observa el porcentaje que representa la evaluación de cada área auditada respecto a la evaluación ideal, así como su riesgo asociado, esto se puede observar en la figura 2.6. En el (anexo 6) se muestran los resultados de las evaluaciones y sus riesgos.



Figura 2.6 Gráfico de radar de control de las evaluaciones de las áreas de la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena.

Se elaboró un informe con los resultados obtenidos, donde se identificaron las funciones con los principales problemas, así como las preguntas que los ocasionan. Primero se comenzó por las funciones de mayor riesgo porque a pesar de que las áreas están evaluadas de bien y aceptables, esas funciones con riesgo alto al final van a acabar afectando a dicha área. Esto se puede ver bien detallado en la tabla (Ver anexo 8) Se realizaron propuestas de mejora para solucionar estos problemas y se plantearon los responsables y cada cuanto tiempo deben inspeccionarse.

2.3. Conclusiones parciales

1. La caracterización de la empresa y del área de Mantenimiento permitió conocer donde se encuentran ubicados, así como los principales proveedores y mercados, la política general y directrices de mantenimiento.
2. La aplicación del procedimiento de auditoría de mantenimiento aplicado en el presente Trabajo de Diploma, permitió evaluar la gestión del mantenimiento en la Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena, resultando deficientes las

áreas: “Energía,” Personal del mantenimiento”, “Administración del mantenimiento” y “Medio Ambiente”, aunque poseen un riesgo medio, sus funciones poseen un riesgo alto con una buena evaluación del sistema.

Tabla 2.6. Tabla del cálculo de la evaluación de la Gestión de mantenimiento de la Ronera Central.

“ Empresa Ronera Central Agustín Rodríguez Mena ”						
Áreas	W_i	RA_j	Funciones	W_{ij}	RF_{ij}(%)	I_{NM}
Administración del mantenimiento	0.2	90.2	Sistema de información	0.33	90	92.3
			Organización y planificación	0.07	78.57	
			Gestión del presupuesto	0.6	91.6	
Servicios de terceros	0.17	89.8	Selección y evaluación de proveedores	0.47	83.33	
			Administración de las relaciones	0.47	95	
			Selección de las actividades a tercerizar	0.06	100	
Personal de mantenimiento	0.096	90.6	Estructura y plantilla de personal	0.33	94.4	
			Calificación, plan de formación y evaluación	0.07	100	
			Motivación y participación	0.6	87.5	
Piezas de repuesto	0.032	72.6	Gestión de compras	0.6	60.7	
			Gestión de inventarios	0.4	90.4	
Evaluación y control	0.005	86.8	Organización de la evaluación	0.33	95.8	
			Empleo de indicadores y auditoría	0.13	87.5	
			Toma de decisiones	0.54	81.2	
Infraestructura	0.045	87.4	Instalación	0.2	78.1	
			Equipamiento y medios técnicos	0.53	90	
			Herramientas	0.27	89.3	
Seguridad	0.092	99.6	Formación periódica en seguridad	0.53	100	
			Control del Plan de Seguridad	0.33	100	
			Control de evaluación de riesgos	0.14	97.2	
Medio ambiente	0.08	100	Control del plan medioambiental	0.2	100	
			Formación periódica medioambiental	0.8	100	
Calidad	0.17	95.9	Normas del Proceso tecnológico	0.4	100	
			Normas de Inspección del Proceso	0.47	93.7	
			Código de prácticas de higiene	0.13	91.7	
Energía	0.11	91.9	Consumo de energía – general	0.6	90.6	

Conclusiones Generales

1- Con el estudio bibliográfico realizado en la literatura especializada en el tema de investigación se reconoce la importancia de la auditoría de mantenimiento en una institución.

2- El procedimiento permitió identificar el área con un nivel de deficiencias dentro del aronera a partir de sus riesgos, donde se encuentran "Gestión del presupuesto, Toma de decisiones y Gestión de compras " con un nivel de riesgo alto, tres funciones con un riesgo medio destacando las funciones de "Organización y planificación, Selección de las actividades a tercerizar, y Control del Plan de Seguridad ", las restantes 4 áreas poseen una evaluación de riesgo alto

3- Como resultado de la auditoría de mantenimiento, se obtuvo una evaluación de bien para la gestión del mantenimiento, con un riesgo asociado de medio.

4- Se propusieron acciones de mejoras de acuerdo a la función crítica de la empresa objeto de estudio teniendo en cuenta que fueron evaluados de riesgos altos 25 preguntas y de riesgo medio 18 preguntas, en aras de lograr un mejoramiento en el riesgo para no afectar la gestión del mantenimiento.

Recomendaciones

1. Sugerir a la dirección de mantenimiento de la ronera que se desarrolle la capacitación al personal que se ocupará de poner en práctica el procedimiento propuesto a fin de mantenerlo actualizado, sugiriendo los ajustes necesarios.
2. Generalizar su aplicación a las demás roneras pertenecientes a Cuba Ron en el país.
3. Presentar los resultados obtenidos en eventos o actividades convocadas por el grupo Cuba Ron para su divulgación y conocimiento.

Bibliografía

Agudo Juela, P. S. and A. I. Ortiz Altamirano (2022). Propuesta de indicadores económicos para la gestión de mantenimiento de flotas de transporte considerando la metodología LCC.

Aguiar Díaz, A., et al. (2020). "Auditoría del conocimiento en gobiernos locales." Alcance **9**(23): 220-232.

Aguilar Otero, J. R., et al. (2010). "Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad." Tecnología, Ciencia, Educación **25**(1): 15-26.

Aguirre Apolinario, Y. A. (2019). "Auditoría, tributación, finanzas y rentabilidad, de las micro y pequeñas empresas nacionales sector comercio, rubro ferreterías del distrito de Satipo, 2019."

Al Turki, U., et al. (2019). "Trends in turnaround maintenance planning: literature review." Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Alavedra Flores, C. and e. al (2016). "Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013." Ingeniería industrial(034): 11-26.

Alban Salazar, N. E. (2017). "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes SRL para incrementar la productividad."

Alejo Figueroa, Y. (2012). Auditoría al ciclo de pagos en la Empresa Provincial de Ópticas y Farmacias de Villa Clara, Universidad Central" Marta Abreu" de la Villas.

Altamirano Espinoza, M. A. (2017). "Auditoría De Mantenimiento Como Herramienta De Gestión Para La Implementación De Un Programa De Mantenimiento Preventivo En La Empresa Geos Ingenieros SRL."

Alva Linares, E. C. (2021). "Gestión de factores de riesgo laborales de los trabajadores de una empresa de mantenimiento eléctrico de media y alta tensión las normas ISO 45001: 2018 seguridad y salud en el trabajo."

Alvarado, P. I. R. (2018). "Auditoría integral a los procesos administrativos y financieros de pyme. Experiencias en el caso Cooperativa de Ahorro y Crédito "El sol de los Andes"(Ecuador)." Killkana sociales: Revista de Investigación Científica **2**(1): 9-16.

- Amendola, L. (2003). "Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento." Departamento de Proyectos de Ingeniería Universidad Politécnica de Valencia.
- Amendola, L., et al. (2017). "Análisis de los factores clave para mejorar la gestión del mantenimiento en la industria de oil&gas en América Latina." DYNA-Ingeniería e Industria **92**(5).
- Andersson, E. and e. al (2017). "A study of the comparability of energy audit program evaluations." Journal of Cleaner Production **142**: 2133-2139.
- Angulo Chávez, A. (2021). "La auditoría ambiental y el servicio de agua potable en la ciudad de Huánuco." Investigación Valdizana **15**(4): 257-264.
- Antúnez Sánchez, A. and D. J. Zamora Mayorga (2017). "La inspección ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la autorización ambiental y la auditoría ambiental."
- Araya Rojas, C. (2017). "Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la empresa Laboratorio Óptico TOPEX SA."
- Arun Manickam, L. R. (2012). "Proposal for the fourth generation of maintenance and the future trends & challenges in production."
- Asis Manrique, G. and W. Coronel Parinango (2020). "Análisis de la implementación de gestión de mantenimiento preventivo en grupos electrógenos en las empresas industriales: una revisión sistemática."
- Ayala Mesta, J. A. (2018). "Sistema de Gestión por procesos para el equipo de operación y mantenimiento de redes BREÑA-SEDAPAL, para mejorar la satisfacción del cliente externo, Lima, 2016."
- Aylas Cuba, M. L. (2021). "Informe de actividades y competencias desarrolladas en el área de asuntos ambientales en la UM San Cristóbal periodo 2018-2019."
- Azze Alonso, A. M. and M. B. Ochoa Ávila (2017). "La gestión ambiental en una entidad hotelera de turismo de naturaleza. Caso Villa Mirador de Mayabe de Holgín, Cuba." Revista interamericana de ambiente y turismo **13**(1): 52-67.
- Bakri, A. and e. al (2021). "Addressing the issues of maintenance management in SMEs: towards sustainable and lean maintenance approach." Emerging Science Journal **5**(3): 367-379.
- Baquero Pardo, T. (2017). "Impacto que tendrá la aplicación de las NIA en empresas con área de Control Interno en el Sector Privado."

Bardales Pinedo, O. (2017). "Planeamiento de la auditoría financiera y los informes en las empresas comercializadoras de energía eléctrica del Estado-2015."

Barrantes Cabanillas, M. P. (2017). "Análisis de la situación tributaria del periodo 2014 al 2016 y propuesta de una Auditoría Tributaria preventiva para la Empresa Chimbote Corp. SAC, Nuevo Chimbote 2017."

Bartuste Domínguez, D. (2018). Contribución a la mejora de la gestión de mantenimiento en la UEB de transporte perteneciente a la ECC CUPET-VC, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería

Bárzaga Quesada, J. and e. al (2017). "Evaluación del comportamiento de los motores pertenecientes a una planta eléctrica mediante los indicadores de mantenimiento." UTCiencia "Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo" **3**(3): 197-209.

Batista, A. R. (2018). "La Auditoría Ambiental como Instrumento de Planificación Empresarial del Medio Ambiente." Revista FAECO sapiens **1**(1): 36-57.

Becerra Paguay, E. R. (2017). "Auditoría integral."

Benitez, N. (2019). "RPA y BDA en Big Four de Auditoría Externa."

Bergmark, A. (1989). "Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering." Acta Orthopaedica Scandinavica **60**(sup230): 1-54.

Biler Reyes, S. A. (2017). "Auditoria. Elementos esenciales." Dominio de las Ciencias **3**(1): 138-151.

Borges, V. P., et al. (2017). "Determinantes dos Honorários de Auditoria das Empresas Brasileiras de Capital Aberto." Contabilidade Gestão e Governança **20**(2): 216-230.

Borroto Pentón, Y., et al. (2015). "Temas Especiales de Ingeniería y Gestión del Mantenimiento."

Botín González, J. A. (2008). "Optimización estocástica del mantenimiento de sistemas de transporte y secado de sustancias minerales."

Boza Martel, F. O. and P. Donato Tejada (2017). "Propuesta de un plan de mantenimiento para reducir costos de la flota de camiones en la empresa transportes Catalán SRL Cajamarca– 2017."

Bracho-Ortega, C. and e. al (2017). "Auditoría de seguridad informática siguiendo la metodología OSSTMMv3: caso de estudio." Maskana **8**: 307-319.

Broche Hernández, L. E. (2015). Mantenimiento Basado en el Riesgo para el equipamiento de la línea de producción de Refrescos Carbonatados en la UEB Embotelladora Central "Osvaldo Socarrás Martínez", Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Buenaño Moyano, L. F., et al. (2019). "Utilización de la auditoría de mantenimiento y el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) como herramientas para la identificación de problemas en la gestión de mantenimiento de locomotoras en empresas de ferrocarriles." Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables). ISSN: 2588-090X. Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP) **4**(4): 171-198.

Burritt, R. L. e. a. (2019). "Diffusion of environmental management accounting for cleaner production: Evidence from some case studies." Journal of Cleaner Production **224**: 479-491.

Cabriales Toledo, G. L. (2018). Mantenimiento basado en el riesgo para el equipamiento de la UEB: mantenimiento general de la empresa Planta Mecánica de Villa Clara, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Cachada, A. and e. al (2018). Maintenance 4.0: Intelligent and predictive maintenance system architecture. 2018 IEEE 23rd international conference on emerging technologies and factory automation (ETFA), IEEE.

Cadena Hernández, H. d. (2010). Actualización e implementación del Plan de administración del Mantenimiento Programado en una industria de aceites y grasas vegetales.

Calero Castro, S., et al. (1998). Metodología De Implantación O De Mejora De Un Sistema De Gestión Del Mantenimiento, Universidad de Málaga.

Campos Ventura, V. A. (2017). "Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la eficiencia de los activos críticos en la empresa Cartavio SAA."

Canuto, F. (2017). "Mantenimiento de una lengua minorizada: el caso del purépecha en Ichán y en Tacuro, Michoacán (México)." Onomázein(NE III): 77-96.

Cañibano, L. (1996). "Curso de auditoría contable." Madrid, Ediciones Piramide.

Capelo Guijarro, R. V. (2017). Elaboración de un modelo de gestión de mantenimiento mediante la Norma "EN 16646", para mejorar la eficiencia del departamento de

mantenimiento en la Unidad Oncológica SOLCA–Chimborazo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Capote, A. A. (2014). "Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento." revista Ingeniería agrícola **4(4)**: 45-49.

Cárdenas Vilches, J. and R. Hernández Maden (2018). "El mantenimiento industrial en Cuba y su importancia actual."

Carrazana, L. M. and J. A. V. Alonso (2020). "Procedimiento de Mejora al proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información en ETECSA." Tono, Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA **16(2)**: 38-50.

Carrión, H. G., et al. (2017). "Importancia de la auditoría interna para el perfeccionamiento de los niveles eficiencia y calidad en las empresas." Dominio de las Ciencias **3(2)**: 908-920.

Castillo Cabeza, S. N. (2017). "La auditoría en el proceso de control." Polo del conocimiento **2(1)**: 41-50.

Castro Ruiz, C. E. (2021). Análisis y propuesta de mejora del proceso operativo del servicio de mantenimiento y limpieza en edificaciones, que ofrece la Empresa Tikpay SA, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de

Cataño Cataño, O. L. and S. A. Giraldo Ossa (2022). "Auditoría diagnóstica del nivel de madurez de gestión de activos en una empresa de empaques de barrera flexible y termoformados, bajo la norma ISO 55001."

Ccapa Rojas, M. A. and I. I. Mechato Yovera (2019). "Propuesta de mejora para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa maderera."

Cedeño, M. (2019). "Organización del mantenimiento preventivo en las gerencias de bienes y servicios de CORPOELEC región-occidental." Revista boliviana de ingeniería **1(1)**.

Chau Lam, J. E. (2010). "Gestion del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierra."

Checa Martínez, A. (2021). "Propuestas de mejora de una Organización de Mantenimiento de Aeronaves Parte 145."

Cheng, J. C., et al. (2020). "Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms." Automation in Construction **112**: 103087.

- Cisneros and e. al (2022). "Análisis del mantenimiento en vehículos de transporte masivo a través de indicadores de mantenimiento de clase mundial." Conjecturas **22**(2): 1230-1242.
- Clemenza, B. (2019). "Indicador de efectividad en mantenimiento." Técnica industrial(322): 46.
- Colmenares, O. y. V., D. (2014). "Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo".
- Condori Astuyaure, M. S. and A. B. Hurtado Esquerre (2021). "Aplicación de la metodología AMEF para disminuir los costos de mantenimiento en una planta de bloques de concreto en el año 2019."
- Cordero Gómez, J. E., et al. (2021). "Auditoría de cuentas médicas enfocado al área de facturación de la IPS OSTEOHEALTH SAS de la ciudad de Montería, Córdoba."
- Crespo Márquez, A., et al. (2009). "The maintenance management framework: A practical view to maintenance management."
- Crognier, G. and e. al (2021). "Grid operation-based outage maintenance planning." Electric Power Systems Research **190**: 106682.
- Cruz Agustín, P. C. (2019). "Propuesta de implementación un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos en el área de chancado de la planta concentradora."
- Cruz Ayala, Á. H. (2014). Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en el proceso de hormigón, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de
- Cueva Sánchez, J. A. and P. K. Velasquez Daga (2019). "Análisis de experiencias exitosas de implementación en gestión de mantenimiento en empresas industriales."
- Cullum, J., et al. (2018). "Risk-Based Maintenance Scheduling with application to naval vessels and ships." Ocean Engineering **148**: 476-485.
- Culma Arias, J. M. and L. A. Ramírez Arias (2019). "Evaluación al modelo de mantenimiento para equipos de radiocomunicación, en Entidad Gubernamental, bajo el marco de referencia Itil y marco de trabajo Cobit 5."
- de Andrade, W. W., et al. (2022). "Evaluation of maintenance management of a thermoplastic industry using maintenance maturity model." Procedia Computer Science **204**: 635-642.

De la Paz Martínez, E. M. (1996). Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil" Desembarco del Granma, Tesis Doctoral.

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." Delegada COPIMAN, Cuba.

De la Paz Martínez , E. M. and A. Alfonso Llanes (2013). "Diplomado Dirección y gestión empresarial " UCLV. Santa Clara, Cuba.

de León, F. C. G. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial, Editum.

De, P. D. T. D. P. (2013). AUDITORIA AUDITORIA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA.

Delgado Rodríguez, E. A., et al. (2017). Selección del tipo de mantenimiento a aplicar en el equipamiento de La UEB Logística Topes de Collantes., Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Díaz Cajas, C. and M. E. Quimbiurco Villa (2008). Automatización del análisis de modos de fallas y efectos FMEA en la ingeniería de mantenimiento aplicado para la industria ecuatoriana, Escuela politécnica nacional. Quito, Ecuador. **Tesis para optar al Título de: Ingeniero Civil en Obras Civiles.**

Díaz Sánchez, J. E. (2021). "Modelo de auditoría para evaluar la efectividad del proceso de mantenimiento de los sistemas de información en gobiernos municipales."

Díaz Zuluaga, L. J. and e. al (2021). "Tipos de auditoria."

Diestra Quevedo, J. P., et al. (2017). "Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad."

Dorticó Maceda, Y. L., et al. (2017). Selección del tipo de mantenimiento a aplicar a los equipos pertenecientes a las instalaciones extrahoteleras del Complejo Topes de Collantes., Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Durand, A. F. and e. al (2022). "Los modelos para medir la madurez en una organización en el proceso de mantenimiento: e330." Revista Cubana de Ingeniería **13**(2).

Erazo Amanqui, G. E. (2022). "Desarrollo del mantenimiento centrado en confiabilidad aplicado a la chancadora NORDBERG HP 500 de la unidad minera San Rafael-MINSUR."

Errandonea, I., et al. (2020). "Digital Twin for maintenance: A literature review." Computers in Industry **123**: 103316.

Eslava Juscamaita, M. (2020). "Incrementando la productividad en la organización de mantenimiento aeronáutico (OMA-013)."

Espinosa Martínez, J. U. and e. al (2020). "Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica." Centro Azúcar **47**(1): 22-32.

Estupiñán Díaz, S. and I. Vargas Vargas (2015). "Mainpack 10.0. Software para la gestión de la actividad de mantenimiento en la industria azucarera." ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar **49**.

Fernández Carreiras, D. (2020). "Strategies of development and maintenance in supervision, control, synchronization, data acquisition and processing in light sources."

Fernández, F. J. G. (2004). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión, FC editorial.

Flores Velasquez, F. M. (2022). "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, correctivo para mejorar la disponibilidad de MTTR Y MTBF de maquinarias pesadas en la empresa Publisur Torres SRL Cusco–2022."

Fontanella de Weinberg, M. B. (2022). "Variables que actuaron en el mantenimiento y cambio de lengua."

Friedrich, C. and e. al (2022). "Maintenance Automation: Methods for Robotics Manipulation Planning and Execution." IEEE Transactions on Automation Science and Engineering.

Gaitán, R. E. (2022). Control interno y fraudes-4ta edición: Análisis de Informe COSO I, II y III con base en los ciclos transaccionales, Ecoe Ediciones.

Gallego Valencia, S. and Y. P. Arboleda Urrea (2019). "Implementación del mantenimiento autónomo a las herramientas neumáticas de la línea de ensamble de la empresa AUTEKO MOBILITY SAS."

García González-Quijano, J. (2004). Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generacion de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM). Universidad Pontificia Comillas. Madrid, España.

Garrido, S. G. (2007). "Indicadores en mantenimiento." Madrid, España: RenoveTec. Recuperado el **30**.

Garrido, S. G. (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento, Ediciones Diaz de santos.

Garzon Rojas, R. (2007). Sistema automatizado de RCM para Pymes.

Gómez Alvarez, T. and J. U. Espinosa Martínez (2017). Clasificación del tipo de mantenimiento a aplicar a los equipos del Hotel Plaza en Sancti Spíritus, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

González Jorge, Y. (2018). Evaluación de la calidad del mantenimiento en el Policlínico San Andrés en la provincia de Holguín, Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería

Goya Rodríguez, Y. and A. Alfonso Llanes (2017). Acciones de mejora para la mitigación de riesgos en el proceso de Gestión de mantenimiento en el UEB Combinado Cubanacan de Villa Clara, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Gudiño, Y. and N. Vazquez (2008). Elaboración de un plan de mantenimiento para las bombas Triplex de propiedad de BJ services Ecuador.

Guerra, S. Á. and e. al (2019). "La Norma Cubana ISO 9001: 2015 como complemento perfecto para la calidad de un ensayo clínico." Revista Cubana de Farmacia **51**(4).

Gurrero Cano, M., et al. (2018). "El nuevo paradigma de la industria 4.0 y su aplicación a la industria agroalimentaria." IV Jornada de Investigación y Postgrado en la EPS (2018), p 47-53.

Guillén Guerra, R. (2018). Auditoría Financiera al Ciclo de Inventario y áreas relacionadas en la Empresa Comercializadora DIVEP, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales y Administración

Gutierrez, L. A. M. (1999). Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de tecnologías avanzadas. Aplicación a las empresas del área de Medellín (Colombia), Universitat Politècnica de València.

Gutiérrez Márquez, L. M. (2019). Diseño de una guía para la función de auditoría interna en las organizaciones de carácter empresarial de la ciudad de Sucre, Sucre: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Central Sucre.

Hernández González, B., et al. (2019). "Sistema para la auditoría y control de los activos fijos tangibles." Revista Universidad y Sociedad **11**(1): 128-134.

- Huaman Chavez, H. E. (2022). "Clima organizacional y la seguridad operacional en el personal aeronáutico de una organización de mantenimiento aprobado, Lima, 2021."
- Ilankumaran, M. and S. Kumanan (2009). "Selection of maintenance policy for textile industry using hybrid multi-criteria decision making approach."
- Illyani Basri, E. (2017). "Preventive Maintenance (PM) planning: a review."
- ISO-9000 (2015). "Sistema de Gestión de la Calidad. ISO- 9000."
- ISO-19011 (2018). Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión.
- Kelly, A. and M. Harris (2005). Gestión del mantenimiento industrial, Fundación Repsol YPF.
- Kłos, S. and J. Patalas-Maliszewska (2018). The use of the simulation method in analysing the performance of a predictive maintenance system. International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence, Springer.
- Kolios, A. J. and U. Smolka (2020). Risk-based maintenance strategies for offshore wind energy assets. 2020 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), IEEE.
- Kouassi Curtis, M. S. (2017). Mantenimiento basado en el riesgo a la caldera de la UEB Recape VC David Díaz Guadarrama, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.
- Ledesma, A. S.-T. (2008). Guía para la auditoría de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: OHSAS 18001, Aenor.
- León Márquez, O. (2012). Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar al equipamiento productivo de la Unidad Básica de Producciones Metálicas "El Vaquerito", Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Santa Clara. Cuba.
Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Industrial.
- Linares Depestre, L. O. (2012). "Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad."
- Loor Fernández, W. P., et al. (2021). "Análisis termográfico y su incidencia en los indicadores de mantenimiento de redes y equipos para la S/E Portoviejo# 1, Unidad de Negocios Manabí." Dominio de las Ciencias 7(3): 848-876.
- López Idrovo, O. A. (2022). Análisis, evaluación y control de los factores de riesgo mecánicos y eléctricos al que se expone el personal operativo de líneas energizadas del área de

mantenimiento de distribución CNEL EP UNG, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en

López Telenchana, L. S. (2017). "Diseño e implementación de un modelo de gestión integral de mantenimiento para el Hospital Básico de la Brigada Blindada Galápagos, aplicando el Estatuto Orgánico del Ministerio de Salud Pública."

Luis, M. R. (2007). "Organización y Planificación de sistemas de mantenimiento." Centro de Altos Estudios Gerenciales. Instituto Superior de Investigación y Desarrollo. Caracas. Venezuela.

Machado Cárdenas, R. (2017). "Mantenimiento basado en el riesgo para el equipamiento de cocina en el Hotel Cayo Santa María de Villa Clara, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Macias Loor, F. I., et al. (2019). "Auditoría de gestión al proceso administrativo-académico en la Unidad Educativa Salinas del Cantón San Vicente." Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables). ISSN: 2588-090X. Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP) 4(1 ESPECIAL): 54-79.

Manrique Plácido, J. M. (2019). "Introducción a la auditoría."

Marín, L. E. (2018). "Auditoría financiera como proceso para la toma de decisiones gerenciales." Observatorio de la Economía Latinoamericana(octubre).

Marrero Hernández, R. A., et al. (2021). "Procedimiento para la mejora del proceso de planificación del mantenimiento con un enfoque de resiliencia empresarial." Centro Azúcar 48(4): 95-107.

Martínez, L. (2007). "Organización y planificación de sistemas de mantenimiento." Centro de altos estudios gerenciales. Segunda Edición. Caracas. Venezuela.

Martínez Ramírez, M. C. and D. V. Carbonell Soto (2020). "Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero."

Medaković, V. and B. Marić (2018). "A model of management information system for technical system maintenance." Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering 11(3): 85-90.

Medina Lozano, R. D. P. (2022). "Estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre."

Menacho López, V. M. (2018). "Modelo computacional basado en sistemas expertos para la gestión de mantenimiento de maquinarias de movimiento de tierras de la ciudad de Huaraz-2016."

Mendoza and e. al (2022). "Organización y planificación del mantenimiento de equipos de mecanizado en talleres industriales de la ciudad de Portoviejo." Revista Científica Sinapsis **21**(1).

Mendoza Espinoza, M. A. (2018). "Implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total."

Mesa Grajales, D. H., et al. (2006). "La Confiabilidad, La Disponibilidad Y La Mantenibilidad, Disciplinas Modernas Aplicadas Al Mantenimiento ".

MINDUS (2021). Gaceta Oficial República de Cuba- Nro 86. Resolución 165/2021 y Resolución 167/2021 (GOC-2021-735-O86).

Miranda, C. and J. Lima (2018). Turnover nas Empresas de Auditoria Externa: Quais São as Causas. XVIII USP International Conference in Accounting. São Paulo, SP, Brasil.

Mohammadi, A. and e. al (2022). "Applying lean construction principles in road maintenance planning and scheduling." International journal of construction management **22**(12): 2364-2374.

Montañez Tupayachi, A. (2018). "Sistema de gestión de mantenimiento vial para las vías urbanas de la ciudad del Cusco-caso estudio Av. De la Cultura."

Montesdeoca, L. D. Z. and C. N. G. Vidal (2020). "La auditoría y su influencia en el control de las actividades realizadas por las empresas." Quipukamayoc **28**(57): 53-57.

Mora Gutierrez, A. (2012). Mantenimiento industrial efectivo. Colombia.

Morales Ccopa, H. R. (2021). "Análisis de las experiencias de implementación del mantenimiento preventivo en empresas latinoamericanas en los últimos diez años: una revisión de la literatura científica."

Moubray, J. (2004). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Aladon Ltd. , Edición en Español, United Kingdom. <https://es.scribd.com/doc/146193755/02-RCM-II-John-Moubray-Libro-Completo>.

Navarrete, C. H. E. P. (2001). "E.: Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento." Revista Club de Mantenimiento(6).

Nuñez Forestieri, J. R. (2018). Guía para el mantenimiento de transformadores de potencia, Espol.

Nuñez Palma, J. (2018). "Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte de la empresa "Ángel Divino"-Chiclayo."

Olmo, J. I. A. d. (1990). "Cañibano Calvo, Leandro:" Curso de Auditoría Contable"(Book Review)." Boletín de Estudios Económicos **45**: 643.

Osorio Bedoya, K. L. (2021). "Auditoría del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo de la empresa Vélez Promociones Comerciales de la Ciudad de Buga Valle del Cauca 2021."

Özcan, E. Y., Rabia; Eren, Tamer (2019). "Risk based maintenance in the hydroelectric power plants." Energies **12**(8): 1502.

Pamela, C. and P. Herrera (2021). Auditoría informática al sistema contable y su incidencia en la confiabilidad de la información financiera, empresa CODIHE-SA, período 2018, Universidad Nacional de Chimborazo.

Parra, C. and A. Crespo (2020). "Técnicas de auditoría aplicadas en los procesos de Gestión de Mantenimiento y Fiabilidad." Informe técnico: INGECON/INGEMAN, Marzo de.

Parrales, M. F. C. and e. al (2020). "Modelo de auditoría para evaluar la gestión de mantenimiento de activos físicos." ConcienciaDigital **3**(1.2): 104-122.

Paseiro Cortiñas, J. D. (2017). Propuesta de Indicadores de Mantenimiento para el Control del Mantenimiento en el Hotel Dhawa, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería

Posada Lemus, Y. d. (2009). Realización de la Auditoria de Mantenimiento en la Empresa de Muebles Lidex de Ciego de Ávila, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas.

ResoluciónNo.116 (2017). "Resolución No. 116/2017. Política de mantenimiento." Gaceta Oficial de la República de Cuba.

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, Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Rodriguez, E., et al. (2001). "Gestion de mantenimiento para equipo medicos."

Rodríguez Machado, A. (2012). Manual de gestión de mantenimiento, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Rodríguez Pérez, C. (2017). Mantenimiento Basado en Riesgos para el motor de tecnología MAN B&W Diesel de la Central Eléctrica Sancti Spíritus, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

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, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial.

Sáenz Navarro, D. A. (2021). "Implementación de un modelo de mantenimiento para la planta de secado para la Avícola Triple A."

Saltos, M. F. M., et al. (2022). "Importancia de la auditoría externa en las grandes empresas corporativas." AlfaPublicaciones 4(1.1): 164-175.

Santos Mühlen, S. (2004). Metodologia de priorização de equipamentos médico-hospitalares em programas de manutenção preventiva. Departamento de Engenharia Biomédica. Campinas-SP, Universidad Estadual de Campinas.

Saragih, J. and e. al (2020). "Supply chain operational capability and supply chain operational performance: Does the supply chain management and supply chain integration matters." Int. J. Sup. Chain. Mgt Vol 9(4): 1222-1229.

Scheffer, C. and P. Girdhar (2004). Practical machinery vibration analysis and predictive maintenance, Elsevier.

Sexto, L. J. R. M. e. L. (2017). "Tipos de mantenimiento:¿ cuántos y cuáles son?" 4: 14-17.

Silva Urbina, I. and e. al (2019). "Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología AMEF." Mundo Fesc 9(18): 36-46.

Silvoso, J. A. (1972). "Report of the committee on basic auditing concepts." The Accounting Review 47: 15-74.

Sotomayor Sancho Dávila, C. R. (2022). "Modelo de indicadores de eficacia en los procesos técnicos de gestión del mantenimiento de equipos pesados."

Suca Pari, L. M. (2018). "Caracterización del control interno en la ejecución del programa de mantenimiento de local escolar de la institución educativa secundaria "Leoncio Prado" de Ramishuancané, 2018."

Tandalla Guanoquiza, D. F. (2017). "Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL."

Tapia Muñoz, C. P. (2018). "Diseño de herramienta de operaciones y control del mantenimiento para el Campo Deportivo Juan Gómez Millas."

Tasé-Velázquez, D. R., et al. (2020). "Modelo para la gestión del mantenimiento de un sistema de fabricación híbrido con base en políticas corporativas y de producción." EmTHYMÓS, Revista de Estudios Empresariales **1(2)**: 118-134.

Tasé Velázquez, D. R., et al. (2020). "Modelo para la gestión del mantenimiento de un sistema de fabricación híbrido con base en políticas corporativas y de producción." EmTHYMÓS, Revista de Estudios Empresariales **1(2)**: 118-134.

Tejos, J. V. and J. T. Vallejos (2018). "Caracterización de los auditores de sistemas de gestión pertenecientes a empresas certificadoras en Chile." Signos: Investigación en sistemas de gestión **10(2)**: 55-69.

Torres Martinez, A. M. (2021). "Método de gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 55000 para mejorar los indicadores de mantenimiento (RAM), en equipos de perforación de la compañía Minera Las Bambas Arequipa-Perú 2021."

Vahos, J. D., et al. (2019). "Desarrollo de una herramienta de software para la gestión del mantenimiento de infraestructura en el SENA regional Antioquia." Revista CINTEX **24(1)**: 13-19.

Valdivia Castañeda, R. E. (2019). "La auditoría interna y su incidencia en la optimización de la gestión de seguridad de la información de los usuarios del sistema SAP de las empresas de servicios logísticos en la provincia constitucional del Callao, año 2016-2017."

Vargas García, H. H. (2019). "Metodología de auditoría informática para evaluar el área de control de calidad de software en bancos privados medianos del Ecuador, basada en el marco de referencia COBIT."

Vargas Vargas, I., et al. (2017). "Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento." ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar **51(2)**: 10-16.

Vásquez Mayo, M. K. (2017). "La auditoría financiera y su influencia en la gestión de las empresas del sector industrial del Perú: Caso Empresa Industria del Calzado Dialet SAC-Lima, 2015."

Vega Acuña, A. M. (2017). "Implementación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la Empresa Grúas América SAC Santa Anita, 2017."

VILLABONA CAMACHO, M. D. (2022). "Desarrollo de mantenimiento preventivo y predictivo de equipos refrigeración de freón con compresores Copeland a través de la creación de planes de mantenimiento en la empresa avícola Distraves SAS."

Villar Ledo, L. and e. al (2022). "Análisis de herramientas para el diagnóstico de la gestión del mantenimiento." Revista Universidad y Sociedad **14**(1): 493-510.

Yavarone, R. (2019). La importancia del diagnóstico eficiente en el mantenimiento industrial, Obtenido de <https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/11>

Zamora-Vega, I. A. (2022). "Desarrollo de un sistema mantenimiento basado en condición con incorporación de indicadores de sostenibilidad energética para el proceso productivo de fibrocemento en la empresa Plycem bajo el concepto IoT."

Anexos

Anexo 1. Definición de mantenimiento según varios autores.

Referencia	Definición de mantenimiento
Calero Castro, Maeso González et al. (1998)	Conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado.
Moubray (2004)	Asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan.
García González-Quijano (2004)	Conjunto de actividades que se realizan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe desempeñando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional.
Oliverio García Palencia(2006)	Todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa.
Mesa Grajales, Ortiz Zánchez et al. (2006)	Conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.
Garzon Rojas (2007)	Conjunto de acciones emprendidas en una Organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de Fiabilidad y respetando la Seguridad, Salud y Cuidado del Medio Ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de Negocios y Desempeño, con la Optimización de Costos como Objetivo asociado.
Cadena Hernández (2010)	Conjunto de acciones que se realizan para garantizar que el servicio que prestan los equipos e instalaciones se mantengan dentro de los rangos de operación preestablecidos como aceptables por el usuario.
Arun Manickam (2012)	La combinación de todas acciones técnicas y administrativas, encaminadas a mantener o reparar un equipo, logra un estado en el cual el equipo puede realizar su función requerida.
Broche Hernández (2015)	Actividad realizada por el hombre con el auxilio de herramientas, orientado a lograr el funcionamiento adecuado de una instalación o medio, del cual el hombre depende en alguna medida. Para garantizar la vida útil de las instalaciones y de los equipos se hace necesaria la confección de un plan de mantenimiento que garantice su ciclo adecuado, la programación de la fuerza de trabajo y el aseguramiento material necesario. También permite compatibilizar la necesidad de las reparaciones con la necesidad de los servicios.
De La Paz Martínez (2015)	Integración de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos, 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

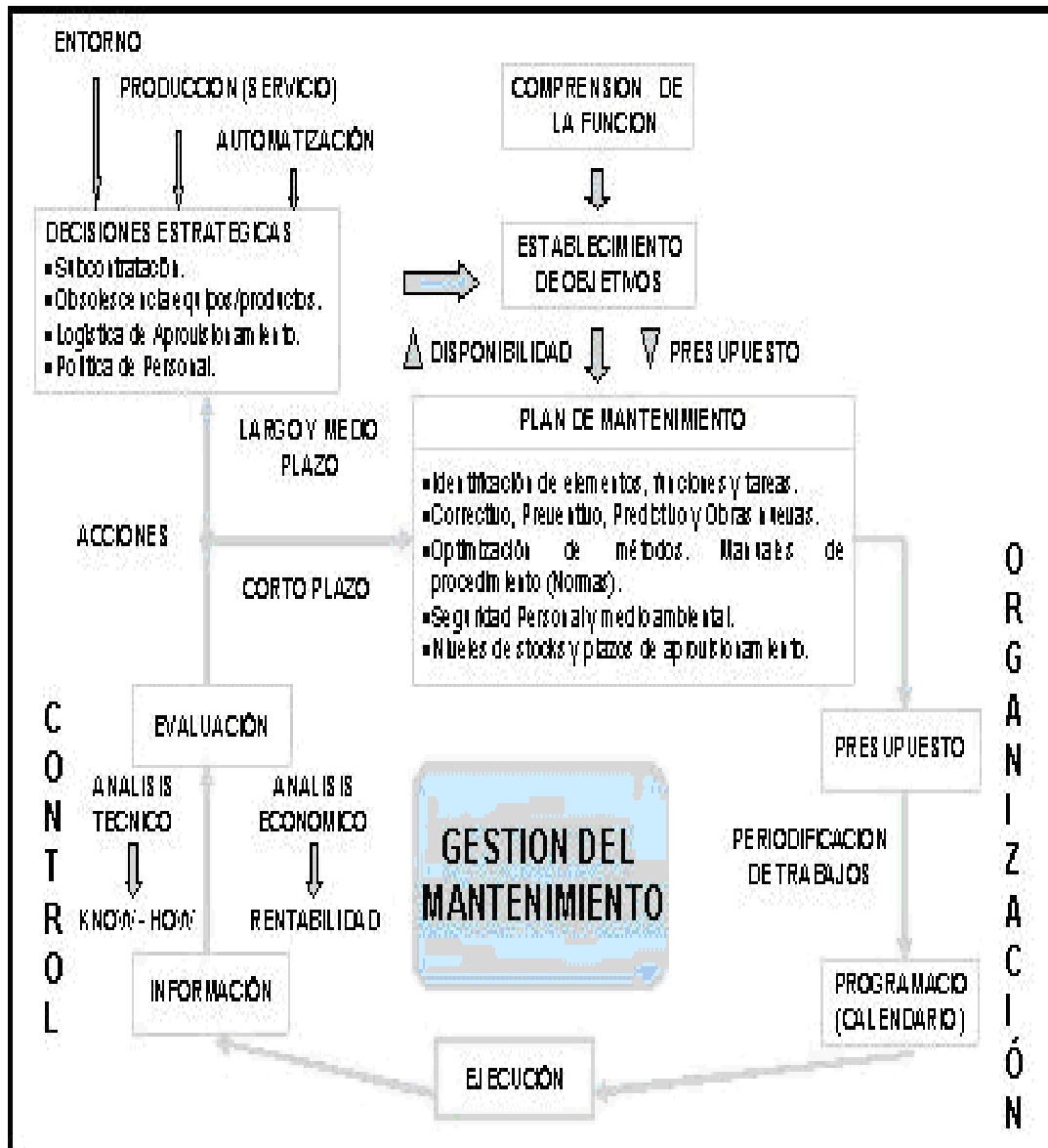
	funciones, conservando el ambiente y la seguridad durante su ciclo de vida.
Diestra Quevedo, Esquiviel Paredes et al. (2017)	Conjunto de acciones que permiten mantener un equipo, o instalaciones en condición operativa, de tal forma cumplan con eficiencia las funciones para las cuales fueron fabricados y asignados, o recuperar dicha condición cuando esta falle.
Alban Salazar (2017)	Conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.
Illyani Basri (2017)	La combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluyendo la supervisión, asegura en el sistema su estado funcional requerido. El mantenimiento del sistema, normalmente, se relaciona con acciones de mantenimiento tales como: reparar, reemplazar, inspeccionar, ajustar, comprobar, que permiten medir y detectar faltas, a fin de evitar cualquier fracaso que llevaría a las interrupciones en las operaciones de la producción.
	Combinación de acciones técnicas y administrativas, incluso vigilancia que asegura que un sistema está funcionando según el estado requerido. El mantenimiento de un sistema normalmente se relaciona a las acciones como reparar, reemplazar, inspeccionar, ajustar, probar, detectar fallas para evitar cualquier fracaso que llevaría a las interrupciones en los funcionamientos de la producción.
Ruiz Cuan (2019)	Conjunto de acciones emprendidas en una organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la optimización de costos como objetivo asociado.
Guillermo Westreicher, (2020)	Proceso que se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar funcionando a un rendimiento óptimo.
Tasé-Velázquez, Camello-Lima et al. (2020)	Es la función dentro de la organización que se preocupa por garantizar un rendimiento adecuado, excelente usabilidad y alta disponibilidad y confiabilidad de máquinas y equipos.
Sáenz Navarro (2021)	Conjunto de tareas que se ejecutan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe realizando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional. El mantenimiento tiene como objetivo reducir los fallos en un proceso de producción, aplicando normas de higiene y seguridad en el trabajo, minimizando los riesgos a nivel ambiental y reducir los costos de producción.

Anexo 2. Tipos de mantenimiento. Referencias

Tipos de mantenimiento	Referencias
Mantenimiento correctivo	(Calero Castro, Maeso González et al. 1998, Rodríguez, Miguel et al. 2001, Garzon Rojas 2007, Diaz Cajas and Quimbiurco Villa 2008, Gudiño and Vazquez 2008, Cadena Hernández 2010, Chau Lam 2010, Arun Manickam 2012, León Márquez 2012, Linares Depestre 2012, Rodríguez Díaz 2014, Alban Salazar 2017, Delgado Rodríguez, Alfonso Llanes et al. 2017, Dorticó Maceda, Alfonso Llanes et al. 2017, Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Illyani Basri 2017, Kouassi Curtis 2017, López Telenchana 2017, Machado Cárdenas 2017, Rodríguez Pérez 2017, Cabriales Toledo 2018, Cárdenas Vilches and Hernández Maden 2018, Özcan 2019, Ruiz Cuan 2019, Kolios and Smolka 2020, Tasé-Velázquez, Camello-Lima et al. 2020)
Mantenimiento predictivo	(Garzon Rojas 2007, Botín González 2008, Diaz Cajas and Quimbiurco Villa 2008, Gudiño and Vazquez 2008, Ilangkumaran and Kumanan 2009, Cadena Hernández 2010, Arun Manickam 2012, León Márquez 2012, Linares Depestre 2012, Rodríguez Díaz 2014, Alban Salazar 2017, Delgado Rodríguez, Alfonso Llanes et al. 2017, Dorticó Maceda, Alfonso Llanes et al. 2017, Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Illyani Basri 2017, Kouassi Curtis 2017, López Telenchana 2017, Machado Cárdenas 2017, Rodríguez Pérez 2017, Cárdenas Vilches and Hernández Maden 2018, Klos and Patalas-Maliszewska 2018, Özcan 2019, Ruiz Cuan 2019, Tasé-Velázquez, Camello-Lima et al. 2020)
Mantenimiento preventivo	(Calero Castro, Maeso González et al. 1998, Rodríguez, Miguel et al. 2001, Santos Mühlen 2004, Scheffer and Girdhar 2004, Garzon Rojas 2007, Botín González 2008, Diaz Cajas and Quimbiurco Villa 2008, Gudiño and Vazquez 2008, Crespo Márquez, Moreu de León et al. 2009, Cadena Hernández 2010, Chau Lam 2010, Arun Manickam 2012, León Márquez 2012, Linares Depestre 2012, Colmenares 2014, Rodríguez Díaz 2014, Alban Salazar 2017, Delgado Rodríguez, Alfonso Llanes et al. 2017, Dorticó Maceda, Alfonso Llanes et al. 2017, Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Illyani Basri 2017, Kouassi Curtis 2017, López Telenchana 2017, Machado Cárdenas 2017, Rodríguez Pérez 2017, Cabriales Toledo 2018, Cárdenas Vilches and Hernández Maden 2018, Cullum, Binns et al. 2018, Özcan 2019, Ruiz Cuan 2019, Kolios and Smolka 2020, Tasé-Velázquez, Camello-Lima et al. 2020)
Mantenimiento proactivo	(Moubray 2004, Garzon Rojas 2007, Diaz Cajas and Quimbiurco Villa 2008, Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Machado Cárdenas 2017, Cabriales Toledo 2018, Cárdenas Vilches and Hernández Maden 2018)
Mantenimiento productivo	(Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Machado Cárdenas 2017)
Mantenimiento en uso	(Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Kouassi Curtis 2017)
Mantenimiento cero horas	(Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Kouassi Curtis 2017)
Mantenimiento	(Botín González 2008, Rodríguez Díaz 2014, Gómez Alvarez and Espinosa Martínez 2017, Machado Cárdenas 2017, Rodríguez Pérez 2017, Cabriales

modificativo	Toledo 2018)
Mantenimiento detectivo	(Tasé-Velázquez, Camello-Lima et al. 2020)
Mantenimiento oportunista	(Botín González 2008)

Anexo 3. Modelo conceptual de un sistema de gestión del mantenimiento.



Anexo 4. Cuestionario de 181 preguntas, distribuidas por áreas y sus funciones, frecuencia y los riesgos asociados.

No.	Preguntas	Ocurrencia	Frecuencia	Riesgo
1	¿Se conoce cuál es el costo de pérdida de producción/servicio por falla?	4	4	16
2	¿Se conoce la documentación económica?	4	4	16
3	¿Se encuentra correctamente ordenada la documentación económica?	4	4	16
4	¿Se considera la documentación económica para la toma de decisiones?	4	2	8
5	¿Existe una ficha técnica para cada equipo?	4	4	16
6	¿Están los planes/fichas de mantenimiento asentados en el Libro-Registro?	3	3	9
7	¿Se generan periódicamente de forma automática los planes/fichas de mantenimiento?	2	4	8
8	¿Existe información precisa para llevar los índices de control de eficiencia y eficacia?	4	4	16
9	¿Existe una carga de trabajo conocida según trabajos pendientes?	4	4	16
10	¿Se conoce si el software existente arroja información suficiente para la toma de decisiones en el área de mantenimiento?	1	1	1
11	¿Existe personal encargado de reportar cuando el trabajo está terminado?	4	4	16
12	¿Se reporta la duración real del trabajo realizado?	4	4	16
13	¿Se registra las horas de paro u otra información del trabajo realizado?	4	4	16
14	¿Se consulta al departamento de mantenimiento cuando alguna política corporativa le puede afectar?	4	4	16
15	¿Existe espíritu cooperativo en todos los niveles de la estructura permitiendo a mantenimiento contribuir con la rentabilidad global de la organización?	4	4	16
16	¿Disponen las áreas de un plan de mantenimiento programado?	4	4	16
17	¿Se conocen y están definidos los objetivos del área de mantenimiento?	4	4	16
18	¿Existe una programación diaria donde se incluya todas las actividades de mantenimiento?	3	4	12
19	¿Se utilizan adecuadamente las órdenes de trabajo?	3	4	12
20	¿Se lleva el control de las órdenes de trabajo?	3	4	12
21	¿El flujo de la orden de trabajo es adecuado?	3	4	12
22	¿Se indican claramente las personas y tiempos de ejecución necesarios, así como el día de ejecución, áreas y equipos?	3	3	9
23	¿Se conoce el tiempo requerido para hacer el diagnóstico de un fallo?	2	2	4
24	¿Se sabe el tiempo que se demora en comenzar a ejecutar la reparación del mantenimiento?	3	4	12
25	¿Existe una programación donde se incluyan todas las actividades de mantenimiento?	4	4	16
26	¿Existe un análisis de criticidad de los equipos?	4	4	16
27	¿Se sabe qué porcentaje está cubierto por mantenimiento preventivo?	1	1	1
28	¿Se sabe si el organigrama de mantenimiento está actualizado?	4	4	16
29	¿Existe un programa de mantenimiento preventivo que incluya: listas de verificación para lubricación, con inspecciones detalladas por el personal específico asignado, diagnóstico de análisis de vibraciones, aceite y termografía?	3	4	12
30	¿Existe un presupuesto para el departamento previamente aprobado que responda a un análisis de las necesidades?	4	1	4
31	¿Existe un procedimiento de compras que incluya la presencia de una representación del área de mantenimiento?	3	1	3
32	¿Existe un presupuesto para el mantenimiento que	4	1	4

	garantice la adquisición de los recursos para la organización, planificación, ejecución y control del mismo?			
33	¿Existe documentación que indique la selección del proveedor de servicios de mantenimiento?	4	4	16
34	¿Existe algún proceso para la selección del proveedor de mantenimiento?	3	3	9
35	¿Existe algún procedimiento para evaluar la relación con los proveedores?	3	3	9
36	¿Se desarrollan garantías de calidad y de colaboración con los contratistas?	3	3	9
37	¿Existe conocimiento de la calificación del personal técnico que presta servicio de tercerización?	3	3	9
38	¿Se verifica el cumplimiento de la garantía?	4	4	16
39	¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada trabajo y los pliegos de condiciones?	4	4	16
40	¿Existe algún proceso de evaluación de proveedores en base a knowhow, tiempo de respuesta, coste, experiencia, cumplimiento normativo de seguridad, etc. que permita homologarlos?	4	3	12
41	¿Existe algún procedimiento que permita llevar a cabo un proceso de reevaluación de los proveedores que no han actuado satisfactoriamente?	4	3	12
42	¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento de la empresa?	4	4	16
43	¿Existe la documentación de los equipos a subcontratar?	3	3	9
44	¿Existe documentación que indique el procedimiento de tercerización del mantenimiento teniendo en cuenta metas y objetivos?	4	4	16
45	¿Se consideran los costos de subcontratar un servicio frente a gestionarlo con personal propio?	4	4	16
46	¿Se considera eficiente la política de contratación existente?	4	2	8
47	¿Existe definición de la plantilla de mantenimiento?	4	2	8
48	¿Existe una definición del puesto de trabajo para cada operador?	4	4	16
49	¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo?	4	4	16
50	¿Se realizan reuniones periódicas y procesos de comunicación con el fin de informar de los objetivos del departamento y estado de cumplimiento de los mismos?	4	4	16
51	¿Se sabe qué parte de los trabajadores están ligados a un plan de incentivos basado en los servicios?	3	4	12
52	¿Existe un sistema de capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento?	4	2	8
53	¿Se sabe si el nivel de capacitación se corresponde con el requerido en dependencia con la tecnología?	4	4	16
54	¿Se realizan capacitación a todos los niveles?	3	2	6
55	¿Existe rigor en las tareas desempeñadas por los operarios?	4	4	16
56	¿Existe registro de los operarios que trabajan en los equipos?	4	4	16
57	¿Existe un sistema de control del personal?	4	4	16
58	¿Se realiza la capacitación al personal?	4	3	12
59	¿Es afectada la ejecución de los planes de trabajo por la fluctuación del personal?	4	4	16
60	¿Existe motivación por parte de los trabajadores a realizar su trabajo?	4	4	16
61	¿Hay un sistema de sugerencias eficaz?	3	4	12
62	¿Se realizan reuniones periódicas con el personal para comunicar los resultados del departamento según sus objetivos y evolución o planes de futuro del mismo?	4	4	16
63	¿Hay alguna persona designada particularmente para encargarse del seguimiento de los pedidos?	2	4	8
64	¿Se conoce el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	2	1	2
65	¿Está definido un sistema para la inspección y ensayo de las entradas de repuestos al almacén?	4	3	12
66	¿Se encuentran identificados y clasificados los proveedores de partes y repuestos?	4	3	12
67	¿Se encuentra implementado un plan de acción para darle respuesta a solicitudes de repuestos de	1	2	2

	emergencia?			
68	¿Existen indicadores para evaluar la eficacia del sistema de compras?	3	1	3
69	¿El sistema de compra es ágil?	1	1	1
70	¿Las fichas de stock se encuentran actualizadas (manualmente o informatizada)?	1	1	1
71	¿Se hace un seguimiento del consumo de repuestos para los distintos equipos?	4	4	16
72	¿Se puede disponer con facilidad del valor y número de artículos en stock?	4	4	16
73	¿Está definido el punto de pedido para cada artículo en stock?	4	4	16
74	¿Existe una lista de repuestos mínimos a mantener en stock?	4	2	8
75	¿Todos los criterios para seleccionar el repuesto mínimo son coherentes?	4	3	12
76	¿Existe un sistema coherente y adecuado para realizar inventarios del material contenido en el almacén?	4	4	16
77	¿Puede definirse el tamaño necesario del inventario para garantizar determinada disponibilidad del equipo?	4	4	16
78	¿Se conoce la ubicación física de todo lo existente en el almacén?	4	4	16
79	¿Está definido un procedimiento para el pronóstico de la demanda de piezas de repuesto?	3	2	6
80	¿Es adecuado el estado físico de los almacenes?	4	4	16
81	¿Se conoce con exactitud cuál es el costo de los repuestos de cada equipo?	4	4	16
82	¿Se aplican indicadores para evaluar la eficacia del almacén?	3	4	12
83	¿Se han establecido procedimientos documentados para la realización de auditorías internas?	4	3	12
84	¿Está definido la evaluación del mantenimiento y es respetada por los integrantes del área?	4	4	16
85	¿Se han identificado, para cada actividad de mantenimiento, los parámetros o características del servicio que han de controlarse?	4	4	16
86	¿Se dispone de registro de controles estadísticos adecuados del servicio de mantenimiento?	4	3	12
87	¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	3	4	12
88	¿Se encuentran estipulados los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	4	4	16
89	¿Se poseen parámetros confiables para realizar el control y evaluación de los servicios de mantenimiento?	3	4	12
90	¿Están utilizándose indicadores para realizar la evaluación y control del mantenimiento?	3	4	12
91	¿Resultan adecuados los indicadores definidos para la evaluación y control del mantenimiento?	3	3	9
92	¿Tiene cuantificado el tiempo de servicio perdido por fallos?	4	4	16
93	¿Se lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipos?	4	4	16
94	¿Se lleva un control del grado de avance de las órdenes de Trabajo?	4	4	16
95	¿Se compara el desempeño del mantenimiento con el de organizaciones similares para conocer cuán bien se marcha (Benchmarking)?	1	1	1
96	¿Existe un sistema para investigar las causas de las no conformidades del servicio de mantenimiento?	4	4	16
97	¿Son controladas las inspecciones de mantenimiento preventivo para asegurar su cumplimiento?	4	4	16
98	¿Son registradas en la computadora las operaciones de mantenimiento?	1	1	1
99	¿Son controladas las compras e inventarios de mantenimiento por medio de la computadora?	4	1	4
100	¿Se planifican acciones correctivas para las deficiencias encontradas en las auditorías o evaluaciones internas?	4	3	12
101	¿Se toman medidas de seguimiento para asegurar la eficacia de las acciones correctivas?	4	4	16
102	¿Los resultados del mantenimiento se analizan a partir del análisis efectuado para la toman decisiones?	4	4	16
103	¿Está mantenida la infraestructura necesaria que permita alcanzar la conformidad con la prestación del servicio de	3	4	12

	mantenimiento?			
104	¿Es suficiente el espacio disponible en el taller de mantenimiento para poder realizar todos los trabajos demandados?	2	3	6
105	¿El taller de mantenimiento está bien ubicado respecto a los equipos a brindarle mantenimiento?	4	4	16
106	¿Todos los equipos se encuentran colocados adecuadamente dentro del taller de mantenimiento señalizado?	4	4	16
107	¿El taller de mantenimiento está ordenado?	2	3	6
108	¿Las oficinas están debidamente ordenadas?	4	4	16
109	¿Se cuenta con los medios adecuados en las oficinas (ordenadores, impresoras, teléfonos, etc.)?	3	4	12
110	¿El taller cuenta con medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	3	4	12
111	¿Tiene un levantamiento de planta que describa e identifique a todos los equipos a mantener?	4	4	16
112	¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	2	1	2
113	¿Se consulta al personal de mantenimiento y/o producción para la selección de nuevo equipamiento?	4	3	12
114	¿Se encuentra estipulada una política de reemplazo de equipos en la empresa?	4	4	16
115	¿Los equipos están limpios y en buen estado técnico?	4	3	12
116	¿Su organización tiene catalogadas las herramientas a utilizar en cada tarea?	4	4	16
117	¿La instrumentación utilizada en el mantenimiento tiene una calibración certificada?	4	4	16
118	¿Las herramientas existentes se corresponden con las que se necesitan?	3	3	9
119	¿Se mantienen en buen estado las herramientas?	3	3	9
120	¿Está garantizada la cantidad suficiente de herramientas para realizar las labores de mantenimiento?	3	3	9
121	¿Existe un inventario de las herramientas que se usan para el mantenimiento?	4	4	16
122	¿Los útiles y herramientas se encuentran cerca del taller de mantenimiento?	4	4	16
123	¿Existe una política de seguridad permanente "Seguridad Primero"?	4	4	16
124	¿Los trabajadores reciben formación en seguridad?	4	3	12
125	¿Existe un plan de seguridad en la empresa?	4	1	4
126	¿Este plan de seguridad se aplica correctamente?	4	4	16
127	¿El plan resulta adecuado?	4	3	12
128	¿Se realizan auto-inspecciones periódicas que verifiquen el cumplimiento de los planes de medida?	4	3	12
129	¿Los talleres de mantenimiento se localizan en un lugar apropiado?	4	3	12
130	¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos al personal?	4	4	16
131	¿Se cuenta con un programa de prevención de riesgos relacionados con la seguridad?	4	3	12
132	¿Los trabajadores conocen los riesgos a los que están expuestos durante la jornada laboral?	4	4	16
133	¿La empresa cuenta con medios de protección individual?	3	4	12
134	¿Los trabajadores usan los medios de protección individual?	4	4	16
135	¿Se investigan las causas de accidentabilidad?	4	4	16
136	¿Se conocen por parte de los trabajadores los planes de contingencia ante catástrofes?	4	4	16
137	¿Se lleva a cabo un programa de atención a la salud de los trabajadores?	4	4	16
138	¿Existe un plan medioambiental en el departamento de mantenimiento?	4	2	8
139	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su significación?	4	3	12
140	¿Este plan se lleva a cabo correctamente por los trabajadores de mantenimiento?	4	4	16
141	¿El personal de mantenimiento actúa de acuerdo con el plan medioambiental?	4	4	16
142	¿El departamento de mantenimiento cumple con las medidas de seguridad de almacenamiento de productos químicos, peligrosos para el medio ambiente?	4	4	16

143	¿Existe formación periódica medioambiental al personal de mantenimiento?	4	3	12
144	¿Esta formación es la correcta al personal de mantenimiento?	4	3	12
145	¿El personal de mantenimiento conoce los impactos que ocasionan en su puesto de trabajo?	4	3	12
146	¿Se utilizan las normas de proceso tecnológico por el personal de mantenimiento?	4	4	16
147	¿El aseguramiento metrológico cumple con los parámetros de proceso?	4	4	16
148	¿Existe capacitación del personal en este aspecto?	4	4	16
149	¿La administración toma medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de los procesos?	4	3	12
150	¿Se cumplen las normas de inspección del proceso de acuerdo al tiempo establecido por etapas?	4	4	16
151	¿Se inspecciona las normas de inspección del proceso?	4	4	16
152	¿Se capacita el personal de mantenimiento para el cumplimiento de las etapas del proceso?	3	4	12
153	¿La administración toma las medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de inspección?	4	3	12
154	¿Existe el código de prácticas de higiene?	4	1	4
155	¿Se practica el código de prácticas de higiene por los operarios?	4	4	16
156	¿Se capacita al personal técnico y obrero para el cumplimiento?	4	3	12
157	¿Se conocen las reglas de manipulación de los procesos para lograr su inocuidad?	4	3	12
158	¿El equipamiento responde a las exigencias del proceso?	2	3	6
159	¿Se capacita al personal en materia de limpieza y desinfección?	4	4	16
160	¿Conoce cuáles son los portadores energéticos de la empresa?	4	4	16
161	¿Se conoce cuáles son los índices de eficiencia energética que inciden en los portadores energéticos de la empresa?	4	4	16
162	¿Sabe cuánta energía eléctrica se consume en general?	4	4	16
163	¿Se sabe cuáles son las áreas de mayor consumo de electricidad en la empresa?	4	4	16
164	¿Se conoce cuáles son los equipos de mayor consumo por las áreas?	4	4	16
165	¿Se sabe cómo ahorrar en su puesto de trabajo?	4	4	16
166	¿Considera que hay suficiente divulgación sobre la situación energética?	4	4	16
167	¿Conoce cómo incide el consumo energético en el costo del mantenimiento?	1	4	4
168	¿Se comprueba por inspección que los conductos de aire estén debidamente aislados térmicamente?	4	4	16
169	¿Se comprueba por simple inspección que los locales tengan buena hermeticidad impidiendo la entrada a los mismos del calor externo?	4	4	16
170	¿Se comprueba por simple inspección que las neveras climatizadas o refrigerados tengan buena hermeticidad impidiendo la entrada a los mismos del calor externo?	4	4	16
171	¿Los filtros de los sistemas de climatización y de refrigeración están limpios?	4	3	12
172	¿Los condensadores y evaporadores de los sistemas están con su estructura y recubrimiento en buen estado?	4	4	16
173	¿Las temperaturas de las cámaras frías, neveras, etc. están determinadas por las normas de conservación de los productos almacenados en ellas?	4	4	16
174	¿Se comprueba el buen alineamiento entre las poleas entre los motores y los compresores y/o ventiladores de los sistemas?	4	4	16
175	¿Los ventiladores industriales se emplean correctamente en los locales?	4	4	16
176	¿Los materiales utilizados en puertas y ventanas de locales climatizados garantizan el adecuado aislamiento térmico que impida el intercambio de calor a través de ellos?	4	4	16
177	¿Se comprueba que los locales climatizados y equipos de climatización en uso están debidamente certificados para	4	4	16

	estas funciones?			
178	¿Por simple inspección y muestreo se comprueba el buen estado técnico y de limpieza de lámparas, luminarias, difusores y resto de los componentes de los sistemas de iluminación artificial?	4	4	16
179	¿Los niveles de iluminación artificial no exceden los indicados por las normas para la actividad en que dicha iluminación sea empleada?	4	4	16
180	¿Por simple inspección se comprueba el estado de limpieza de lucernarios o lumbreras?	4	4	16
181	¿Existe un plan de sustitución del alumbrado artificial por el natural donde objetivamente sea viable su realización?	1	4	4

Anexo 5. Expresiones de cálculo.

Se propone realizar la evaluación de las funciones a través de la expresión 2.1.

$$EF_{ij} = \left(\frac{C_{ij}}{C_{ijmax}} \right) * 100[\%] \quad (2.1)$$

Siendo:

EF_{ij} : Evaluación de la función i correspondiente al área j .

C_{ij} : Suma de la puntuación dada a cada pregunta dentro de la función "i".

C_{ijmax} : Máxima calificación que puede tomar la función i correspondiente al área j .

La suma de las evaluaciones de las funciones dará el Resultado del Área (RA), esto sería:

$$RA_i = \sum_{d=1}^{q_j} (W_{ij} * EF_{ij})[\%] \quad (2.2)$$

Siendo:

RA_j : Resultado del área j ($j=1, \dots, n$)

W_{ij} : Peso de la función i correspondiente al área j

$d=1, \dots, q_j$ Siendo q_j la cantidad de funciones a evaluar en cada área j

Para realizar el cálculo de la expresión matemática anteriormente relacionada (2.1, 2.2) se requiere determinar el peso o importancia relativa. Lo anterior deberá sustentarse en el análisis que realizará el equipo de expertos creado, donde utilizará alguno de los métodos existentes en la literatura para la determinación de los pesos.

**Anexo 6. Determinación del peso por el método simple con múltiple expertos
Para las áreas**

Criterio Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	Σ		Peso
Administración del mantenimiento	1	1	3	1	1	7	50-7 =43	0.2
Servicios de terceros	2	3	1	3	3	12	50-12=38	0.17
Personal de mantenimiento	7	7	8	5	2	29	50-29=21	0.096
Piezas de repuesto	6	9	9	10	9	43	50-43=7	0.032
Evaluación y control	10	10	10	9	10	49	50-49=1	0.005
Infraestructura	9	8	7	8	8	40	50-40 =10	0.045
Seguridad	8	6	4	6	6	30	50-30=20	0.092
Medio ambiente	4	4	6	4	4	32	50-32=18	0.08
Calidad	3	2	2	2	3	12	50-12=38	0.17
Energía	5	5	5	7	5	27	50-27=23	0.11
							Σ219	

POR FUNCIONES.

Criterio Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	Σ		Peso
Sistema de información	2	2	2	1	3	10	15-10=5	0.33
Organización y planificación	3	3	3	3	2	14	15-14=1	0.07
Gestión del presupuesto	1	1	1	2	1	6	15-6=9	0.6
							Σ15	

Criterio Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	Σ		Peso
Selección y evaluación de proveedores	1	1	2	1	3	8	15-8=7	0.47
Administración de las relaciones	2	2	1	2	1	8	15-8=7	0.47
Selección de las actividades a tercerizar	3	3	3	3	2	14	15-14=1	0.06
							Σ15	

Criterio Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	Σ		Peso
Estructura y plantilla de personal	3	2	1	2	2	10	15-10=5	0.33
Calificación, plan de formación y evaluación	2	3	3	3	3	14	15-14=1	0.07
Motivación y participación	1	1	2	1	1	6	15-6=9	0.6
							Σ15	

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Gestión de compras	1	1	2	2	1	7	10-7=3	0.6	
Gestión de inventarios	2	2	1	1	2	8	10-8=2	0.4	

$\Sigma 5$

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Organización de la evaluación	2	1	3	2	2	10	15-10=5	0.33	
Empleo de indicadores y auditoría	3	3	1	3	3	13	15-13=2	0.13	
Toma de decisiones	1	2	2	1	1	7	15-7=8	0.54	

$\Sigma 15$

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Instalación	1	3	3	3	2	12	15-12=3	0.2	
Equipamiento y medios técnicos	2	1	1	2	1	7	15-7=8	0.53	
Herramientas	3	2	2	1	3	11	15-11=4	0.27	

$\Sigma 15$

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Formación periódica en seguridad	1	1	1	3	1	7	15-7=8	0.53	
Control del Plan de Seguridad	3	2	2	1	2	10	15-10=5	0.33	
Control de evaluación de riesgos	2	3	3	2	3	13	15-13=2	0.14	

$\Sigma 15$

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Control del plan medioambiental	2	1	2	2	2	9	10-9=1	0.2	
Formación periódica medioambiental	1	2	1	1	1	6	10-6=4	0.8	

$\Sigma 5$

Criterio	Expertos						Σ		<u>Peso</u>
	E1	E2	E3	E4	E5				
Normas del Proceso tecnológico	3	1	2	2	1	9	15-9=6	0.4	
Normas de Inspección del Proceso	1	2	1	1	1	6	15-7=7	0.47	

Código de prácticas de higiene	2	3	3	3	2	13	15-13=2	0.13
							$\Sigma 15$	
Criterio Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	Σ		<u>Peso</u>
Consumo de energía – general	4	2	4	3	4	17	25-17=8	0.26
Clima y refrigeración	3	4	3	5	1	16	25-16=9	0.3
Iluminación	2	3	2	2	3	12	25-12=13	0.43
							$\Sigma 30$	

Anexo 7. Evaluación del Riesgo por Función

Nro pregunta	Función
	Sistema de información
1	13.7
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
	Organización y planificación
16	11.1
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
	Gestión del presupuesto
30	3.87
31	
32	
	Selección y evaluación de proveedores
33	12.9
34	
35	
36	
37	
38	
	Administración de las relaciones
39	13.1
40	
41	
42	
43	
	Selección de las actividades a tercerizar
44	11.2
45	
46	
	Estructura y plantilla de personal
47	13.4
48	
49	
50	

51	
52	
53	
54	
55	
	Calificación, plan de formación y evaluación
56	15.1
57	
58	
59	
60	
	Motivación y participación
61	13.6
62	
	Estructura y plantilla de personal
63	7.03
64	
65	
66	
67	
68	
69	
	Gestión de compras
70	12.3
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
	Organización de la evaluación
83	14.2
84	
85	
86	
87	
88	
	Empleo de indicadores y auditoría
89	14.8
90	
91	
92	
93	
94	
	Toma de decisiones
95	7.95
96	
97	
98	
99	
100	
101	
102	
	Instalación
103	12.9
104	

105	
106	
107	
108	
109	
110	
	Equipamiento y medios técnicos
111	13.3
112	
113	
114	
115	
	Herramientas
116	13
117	
118	
119	
120	
121	
122	
	Formación periódica en seguridad
123	12.8
124	
	Control del Plan de Seguridad
125	11.6
126	
127	
128	
	Control de evaluación de riesgos
129	14.2
130	
131	
132	
133	
134	
135	
136	
137	
	Control del plan medioambiental
138	13.5
139	
140	
141	
142	
	Formación periódica medioambiental
143	12
144	
145	
	Normas del Proceso tecnológico
146	15.6
147	
148	
149	
	Normas de Inspección del Proceso
150	13.3
151	
152	
153	
154	12.5
155	

156	
157	
158	
159	
	Consumo de energía – general
160	14.3
161	
162	
163	
164	
165	
166	
167	
	Clima y refrigeración
168	15.6
169	
170	
171	
172	
173	
174	
175	
176	
177	
	Iluminación
178	14.6
179	
180	
181	

Anexo 8: Informe con los resultados obtenidos en Ronera

Áreas	Funciones	Preguntas	Calificación	Acciones propuestas	Responsable	Fecha de ejecución	
Administración del mantenimiento	Gestión del presupuesto	30	Bien	¿Existe un presupuesto para el departamento previamente aprobado que responda a un análisis de las necesidades?	Chequear y controlar el presupuesto en un período de tiempo más reducido	Jefe de MTTO)	Trimestral
		31		¿Existe un procedimiento de compras que incluya la presencia de una representación del área de mantenimiento?	Contar con personal calificado del área de mantenimiento durante el proceso de compras.	Especialista de mantenimiento.	Semestral
		32		¿Existe un presupuesto para el mantenimiento que garantice la adquisición de los recursos para la organización, planificación, ejecución y control del mismo?	Conveniar con la dirección de la organización un presupuesto que responda únicamente a las necesidades de esta área.	Jefe de MTTO)	Anual
Piezas de repuesto	Gestión compra	64	Aceptable	¿Se conoce el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	Establecer contratos con los proveedores de los artículos de repuestos.	(Jefe de MTTO)	Semestral
		67		¿Se encuentra implementado un plan de acción para darle respuesta a solicitudes de repuestos de emergencia?	Establecer un mínimo en el stock para las piezas de repuestos, de forma tal que cuando se llegue a este comience el proceso de pedido de nuevos artículos.	(Jefe de MTTO)	Trimestral

		68	¿Existen indicadores para evaluar la eficacia del sistema de compras?		Establecer la presencia de indicadores como: plazo de adquisición y calidad de los repuestos que permitan catalogar el sistema de compras.	Especialista de mantenimiento.	Semestral
		39	¿El sistema de compra es ágil?		Se puede tomar como alternativa la búsqueda de nuevos proveedores que garanticen la rapidez de las entregas, manteniendo la calidad de las entregas.	Director de la Ronera	Semestral
Evaluación y control	Toma de decisiones	95	¿Se compara el desempeño del mantenimiento con el de organizaciones similares para conocer cuán bien se marcha (<u>Benchmarking</u>)?	Aceptable	Establecer parámetros comparativos como pueden ser: nivel de producción, variedad y calidad de las producciones o ingresos, que permitan dar una panorámica del comportamiento de la empresa respecto a otras de su tipo en el país.	Especialista de mantenimiento	Anual
		98	¿Son registradas en la computadora las operaciones de mantenimiento?		Crear un software que permita facilitar el procesamiento de las operaciones de mantenimiento.	Especialista de mantenimiento.	Mensual
		99	¿Son controladas las compras e inventarios de mantenimiento por medio de la computadora?		Crear un programa informático que recoja los aspectos relacionados con el área de mantenimiento y sus necesidades.	Jefe de MTTO)	Trimestral

