

FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES
METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN EMPRESAS
INDUSTRIALES- INVESTIGACIÓN SISTEMÁTICA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Cintya Haidee Vega Ortiz

Asesor:

Mg. Neicer Campos Vásquez

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia.

A mi madre y esposo, quienes siempre me han brindado su apoyo; y especialmente a mi adorada hija Valeria, que es el motor y motivo para superarme y poder ofrecerle no solo un futuro mejor si no también un ejemplo de que en la vida todo esfuerzo tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por brindarme una familia conformada con maravillosas personas que forman parte de mi vida profesional, a quienes quiero agradecer por sus consejos, ánimo y apoyo en el todo el tiempo de mis estudios profesionales y más aún durante el desarrollo de la presente investigación.

En primer lugar a mi madre, esposo y suegros, por su incondicional apoyo y por cuidar a mi pequeña hija mientras yo desarrollaba esta investigación. Su apoyo fue y sigue siendo fundamental para el logro de mis metas.

Finalmente, a mi asesor Neicer Campos Vásquez, por su aporte y acompañamiento en el desarrollo de la investigación.

Para todos ellos muchas gracias y que Dios los bendiga y muchas bendiciones.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	18
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	12
Tabla 2.....	15
Tabla 3.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Palabras para definir la búsqueda de información.	11
<i>Figura 2</i> Resultados obtenidos según buscador (revistas científicas).	15
<i>Figura 3.</i> Selección de artículos de revistas científicas	16
<i>Figura 4.</i> Resultado de búsqueda de información obtenida según nombre de revistas.....	17
<i>Figura 5.</i> Resultados obtenidos en la búsqueda de información según países de publicaciones	17
<i>Figura 6.</i> Elaboración periódica de mantenimiento implementado con la metodología de las 5 Qs”26	
<i>Figura 7.</i> Plantilla de valoración de la probabilidad y el impacto.	29
<i>Figura 8.</i> Plano de elaboración de la probabilidad, impacto y características de las acciones correctoras.....	30

RESUMEN

Esta investigación se ha desarrollado con la finalidad de brindar un soporte adecuado al personal vinculado al mantenimiento de equipos de empresas del sector industrial analizando las principales metodologías y herramientas de gestión de mantenimiento con el objetivo principal de aumentar la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos a un menor costo operativo. Es por ello que se ha realizado una investigación sistemática en la que se han identificado las principales ventajas y desventajas de las mejoras aplicadas en las metodologías de gestión de mantenimiento que se suele implementar en las empresas industriales.

PALABRAS CLAVES: Gestión de mantenimiento, mejora, métodos, implementación, industria

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El sector industrial ha sido determinante en el proceso de desarrollo económico a nivel mundial. Actualmente, debido a la crisis económica mundial, las empresas deben optimizar todos sus procesos, con la finalidad de poder competir en mercados cada vez más competitivos, globalizados y dinámicos. Los factores determinantes en la mejora de la posición competitiva de una empresa, según Martínez et al. (como se citó en Ortiz, 2013), son: innovación, tecnología, internacionalización, financiación, gestión de los recursos humanos y desarrollo de las prácticas de gestión dedicadas a mejorar la eficiencia y productividad de los procesos productivos para tratar de alcanzar la mayor rentabilidad de la inversión realizada en los activos industriales.

No obstante, las fallas y deterioros en las instalaciones industriales y equipos ocasionan un aumento en los costos operativos y con ello una reducción en las utilidades. Considerando el impacto directo que tiene sobre el proceso productivo, es de entender que la gestión de mantenimiento tenga mayor relevancia e importancia para el sector industrial y deba cumplir en la actualidad un rol más protagónico.

Ortiz et al. (2013) afirman “El mantenimiento ha sido considerado como un proceso de apoyo a la producción, y como tal, consumidor voraz de recursos, al que se ha tendido a minimizar y en los últimos años a subcontratar, (...),no obstante, en la medida que a los procesos productivos se les ha exigido mayor eficacia y calidad, la necesidad de optimizar la función mantenimiento ha hecho que se valore el impacto real de la misma desde el punto de vista del valor que puede aportar para la empresa.

En tal sentido (Olarte, 2010) asegura que “El objetivo general del mantenimiento industrial es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.”

La investigación se dividió en cuatro etapas principales:

- Fase inicial
- Fase de formación
- Fase de desarrollo
- Fase de optimización

Se realiza la planificación en el tiempo y las necesidades en cada una de ellas. El tiempo óptimo de implementación de esta metodología está sujeto a las características propias de la empresa en que se ejecute, el grado de desarrollo, competitividad, excelencia, etc. Podemos recomendar como tiempo mínimo necesario para la implementación, 2 años, para empresas de mediana escala de desarrollo.

Conforme a lo expuesto anteriormente surge la pregunta ¿Cuál o cuáles son las principales herramientas o metodologías más utilizadas o aplicadas en la gestión de mantenimiento de las empresas industriales? El objetivo de esta investigación es poder determinar, mediante una investigación sistemática, las principales herramientas y métodos de gestión de mantenimiento que influyen en el aumento de disponibilidad y confiabilidad de equipos para reducir los costos operativos de la producción.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación ha sido desarrollada en base de la metodología de una revisión sistemática sobre el análisis de las principales metodologías y herramientas de gestión de mantenimiento en las empresas industriales con el objetivo de reducir los costos operativos de producción, aumentando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, y con el fin de destacar su contribución. La revisión sistemática trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

Considerando el objetivo de la investigación el cual es determinar las metodologías y herramientas de gestión de mantenimiento más utilizadas en las empresas industriales para lograr mejoras en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, optimizando los costos operativos, se realizó una búsqueda de documentos utilizando el Google Scholar (Google Académico), biblioteca virtual Scielo y red de revistas científicas Redalyc en el mes de enero del 2019 teniendo como uno de los criterios de búsqueda aquellos estudios con no más de 10 años de antigüedad.

El alcance de esta investigación consideró la revisión en profundidad de documentos de investigación que cumplieron con los criterios de selección, esta consideración se estableció posteriormente al filtrar un total de 38 documentos de investigación. La validez de los documentos seleccionados estuvo dada por el grado de evidencias demostrado, por las conclusiones y por la aplicabilidad a nuestro contexto.

Requiriendo precisar las búsquedas de información fue necesario definir que las mejoras de métodos de gestión de mantenimiento hayan sido implementadas para aumentar

la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para reducir los costos operativos; se definieron los siguientes términos de búsqueda: “mejora de métodos”, “gestión de mantenimiento”, “implementación”, “costos operativos”.



Figura 1. Palabras para definir la búsqueda de información.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se determinó que los documentos de investigación sean en idioma castellano pues permitía que la recolección de información y contenido sea más precisa y entendible.

Se consideraron Tesis e investigaciones científicas debido a su disponibilidad y fácil accesibilidad en los motores de búsquedas de Google académico, Scielo y Redalyc, obteniendo de ellos la siguiente información:

- Año de publicación
- Métodos de gestión de mantenimiento
- Implementación y resultados obtenidos

Tabla 1

Resultados obtenidos de la búsqueda de información

I	AÑO	FUENTE	AUTORES	TÍTULO	NOMBRE DE LA REVISTA	PAÍS
1	2017	REDALYC	Irina Vargas-Vargas, Santiago Estupiñán-Díaz, Arnaldo Díaz-Molina	Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento	Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal	CUBA
2	2011	REDALYC	Arbildo López, Aurelio	El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento	UNIVERSIDAD DE LIMA	PERU
3	2012	REDALYC	García Alcaraz, Jorge Luis; Romero González, Jaime; Noriega Morales, Salvador Anacleto	El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos	Universidad Nacional Autónoma de México	MEXICO
4	2011	GOOGLE ACADÉMICO	Mayra de la C. Troncoso Fleitas, Héctor R. Acosta Palmer	El mantenimiento en la confiabilidad y disponibilidad de un sistema de generación de vapor	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ACOSTA
5	2011,	REDALYC	.Troncoso-Fleitas, Mayra de la C.; Acosta-Palmer, Héctor R.	El mantenimiento en la confiabilidad y disponibilidad de un sistema de generación de vapor	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	ACOSTA
6	2010	REDALYC	Alba Raña González, Luz del; Castillo Asencio, Orlando; Baste González, Jorge; Falcón Cuadra, José Luís	Evaluación de la función mantenimiento en empresas transportistas	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	CUBA
7	2011	REDALYC	García Alcaraz, Jorge Luis	Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia	COLOMBIA
8	2013	REDALYC	Ortiz Useche, Alexis; Rodríguez Monroy, Carlos; Izquierdo, Henry	Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Revista Venezolana de Gerencia	VENEZUELA

9	2004	REDALYC	Torres Valle, A.; Rivero Oliva, J. de J.	Gestión de Mantenimiento Orientada a la Seguridad.	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	CUBA
10	2010	REDALYC	OLARTE C., WILLIAM; BOTERO A., MARCELA; CAÑON A., BENHUR	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN	REVISTA Scientia Et Technica	COLOMBIA
11	2006	REDALYC	MESA GRAJALES, DAIRO H.; ORTIZ SÁNCHEZ, YESID; PINZÓN, MANUEL	La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Scientia Et Technica,	COLOMBIA
12	2010	REDALYC	Sánchez - Rodríguez, Ángel P.	La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	CUBA
13	2007	REDALYC	Villarón Vázquez, Javier; Pineda Domínguez, Daniel; Pérez Rodríguez, Ernestina Yazmín	LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL ÁREA DEL MANTENIMIENTO Y SUS RESULTADOS. ESTUDIO DE CASOS.	Investigación Administrativa,	MÉXICO
14	2009	REDALYC	García Monsalve, Germán; González S, Hugo; Cortés M, Elkin	METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO CON POSIBLE APLICACIÓN EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL	Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia	COLOMBIA
15	2016	REDALYC	Herrera-Galán, Michael; Duany- Alfonzo, Yoenia	Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Ingeniería Industrial	CUBA
16	2016	REDALYC	Díaz-Cazañas, Ronald; De La Paz- Martínez, Estrella M.	Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico	Ingeniería Industrial	CUBA

17	2009	REDALYC	Fabelo-García, O.; Sánchez-Bakhsh, D.	Propuesta de metodología para el cálculo del costo del No Mantenimiento	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	CUBA
18	2012	REDALYC	Torres-Valle, Antonio	Rol del fallo mecánico en la optimización del mantenimiento en una central nuclear	IM REVISTA DE INGENIERÍA MECÁNICA	CUBA
19	2012	REDALYC	Espinosa, Fernando F.; Dias, Acires; Salinas, Gonzalo E.	Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial	Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería	CHILE
20	2012	REDALYC	Fernández Sánchez, Manuel; Shkiliova, Liudmila	Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	CUBA
21	2016	SCIELO	Michael Herrera- Galán , Yoenia Duany-Alfonzo	Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Ingeniería Industrial	CUBA
22	2008	SCIELO	Fernando F. Espinosa ¹ , Acires Dias ² y Nelson Back ²	Un Procedimiento de Evaluación de las Condiciones Necesarias para Innovar la Gestión de Mantenimiento en una Empresa	Información Tecnológica-Vol. 19 N°1-2008, pág.: 97-104	CUBA
23	2013	SCIELO	Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera Adolfo Crespo	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1, 2013, pp. 125-138	CUBA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Resultados depuración de artículos encontrados

Revistas científicas	Artículos Encontrados	Artículos Descartados (no ajuste a la revisión sistemática)	Artículos seleccionados
Scielo	7	4	3
Redaly	28	9	19
Google Académico	3	2	1

Fuente. Elaboración propia, los artículos descartados fueron suprimidos porque su contenido no se ajustaba a la revisión sistemática ya sea por desfase o por resultados inconclusos.

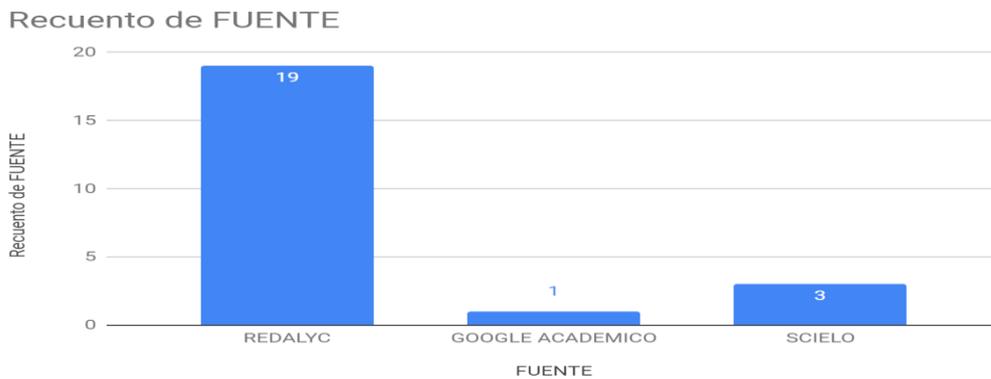


Figura 2 Resultados obtenidos según buscador (revistas científicas).
Fuente: Elaboración propia

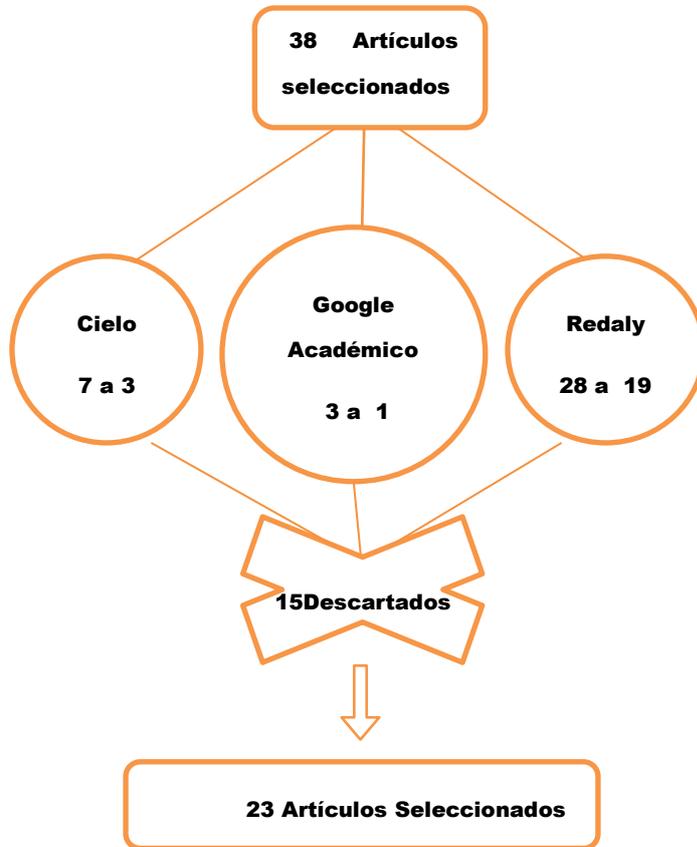


Figura 3. Selección de artículos de revistas científicas
Fuente. Elaboración propia

Recuento de NOMBRE DE LA REVISTA

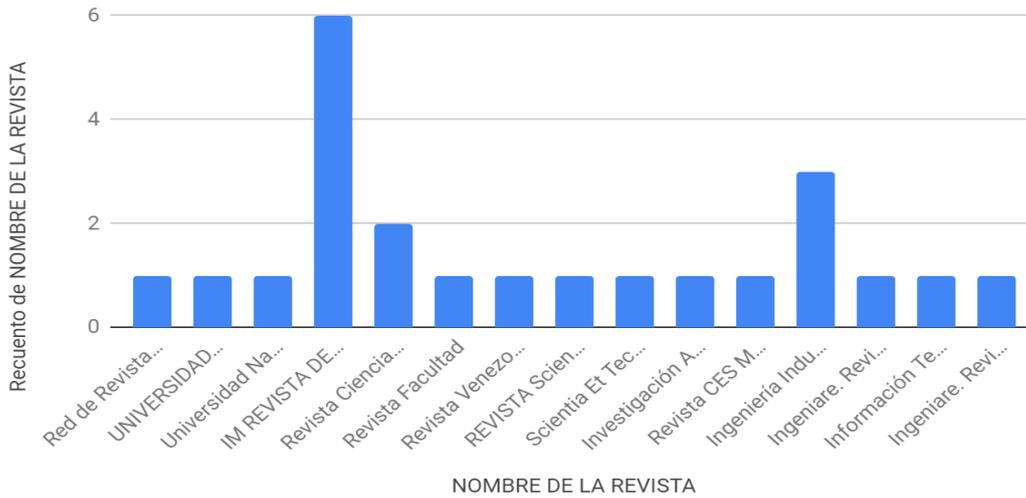


Figura 4. Resultado de búsqueda de información obtenida según nombre de revistas

Fuente. Elaboración propia

Recuento de PAIS

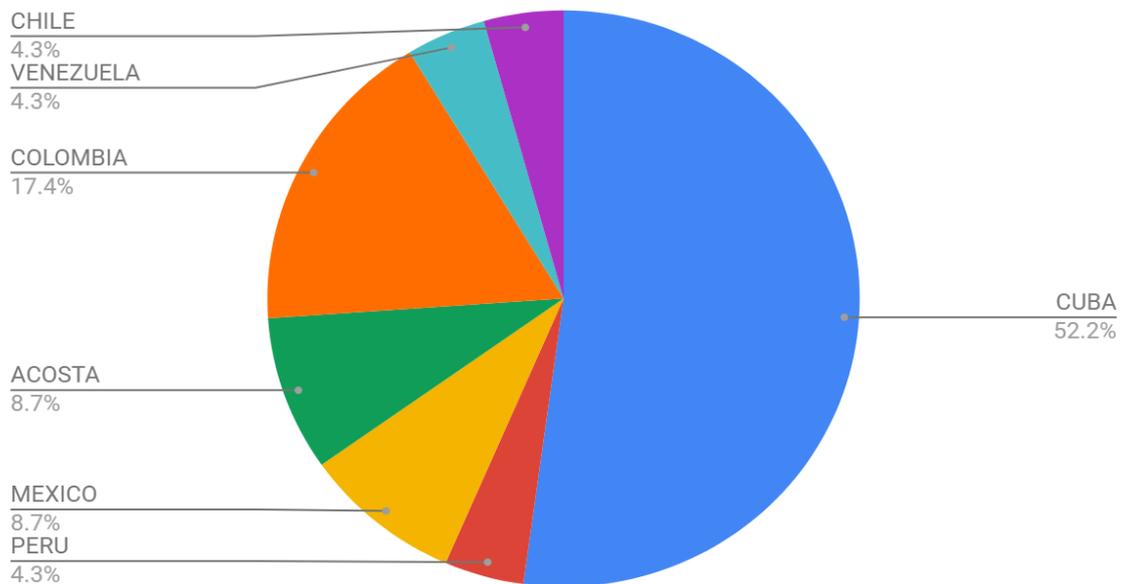


Figura 5. Resultados obtenidos en la búsqueda de información según países de publicaciones

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

El mantenimiento industrial programando es una herramienta indispensable para aquellas empresas que deseen alcanzar la certificación ISO 9001. Gracias a la globalización de los mercados, hoy en día, la mayoría de las empresas producen en cadena y esto les implica contar con planes de mantenimiento que les permita conservar sus equipos en las mejores condiciones para así poder suplir con toda la demanda requerida por los consumidores. Todas las empresas deben considerar el mantenimiento programado como una inversión que a mediano y largo plazo evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de sus equipos. El buen estado de las máquinas que participan en el proceso de producción garantiza la calidad de sus productos fabricados de forma rápida y efectiva. (Olarte, 2010, p.356)

Se describe a continuación las fases empleadas en la investigación para analizar las metodologías de gestión de mantenimiento de las empresas del sector industrial:

Fase inicial: Análisis de la situación actual y objetivos propuestos a definir

El objetivo de esta primera fase es conocer: la empresa, el producto y el proceso productivo para poder evaluar su estado inicial y poder así definir los cambios necesarios a realizar en el Departamento de Mantenimiento, para conseguir una mejora de los resultados totales. Esta es la fase más corta (a nivel de tiempo) y no debe exceder más de 2 meses puesto que se puede correr el riesgo de descuidar la función fundamental del

departamento. Básicamente se trata de identificar las necesidades y marcar los objetivos a conseguir. Los puntos documentados a estudiar y analizar se describen a continuación:

1. Organización de la Empresa: Lo primero a realizar es conocer el organigrama de la empresa, su organización funcional y las posibles peculiaridades (disposición de las máquinas, dependencia de mantenimiento, etc.).
2. Descripción de proceso: Como mantenimiento el buen conocimiento del proceso nos ayuda a entender las prioridades y las necesidades. Es muy importante conocer cómo se gestiona actualmente las distintas incidencias de producción y servicio para definir los trabajos reales del departamento de mantenimiento.
3. Recursos y medios disponibles en el Departamento de Mantenimiento:
 - Presupuesto del departamento (anual y reparto mensual)
 - Almacén de mantenimiento (en caso de existir) y su gestión
 - Recursos humanos (Adiestramiento, superación, plantilla técnica, etc.)
 - Medios disponibles (Herramientas, instrumentos, materiales, etc., para desarrollar la función mantenimiento)
 - Subcontratación (¿Qué se subcontrata y a qué costo?)
 - Flujo de trabajo: Estudiar cómo se genera una solicitud en el departamento y cómo se tramita una OT (Orden de Trabajo)
4. Recursos informáticos: PC, infraestructura informática disponible en el departamento y la empresa en general; así como formación del personal en ofimática.
5. Realización del informe previo: Indicando situación actual y objetivos.

Fase de formación: Plan de actuación

El objetivo de esta complicada fase fue iniciar el proceso de cambio de mentalidad a la hora de gestionar la función mantenimiento, con acciones de efecto rápido (corto-mediano plazo). Su duración no debe exceder los 6 meses.

1. Organización del personal:

- Creación del nuevo organigrama funcional del departamento considerando que los responsables de las diferentes secciones y del almacén de mantenimiento deben depender del responsable del departamento. En esta segunda etapa se gestionan las posibles bajas o las posiblemente necesarias nuevas contrataciones.
- Creación física del Departamento de Mantenimiento. Como mínimo se debe disponer de una oficina para el responsable y sus colaboradores disponiendo de una mesa de reuniones y pizarra.
- Cálculo de la plantilla mínima para ejecutar las acciones de mantenimiento.
- Creación de las fichas de perfil de todos los puestos de trabajo.

2. Organización del departamento:

En este punto se discutirá la forma en que se organizan las actividades, reuniones y debates de acuerdos. Se analizarán los resultados de las labores anteriores a través de las OT. Se definirá un sistema de codificación único, acciones de mantenimiento a realizar, etc.

3. Organización del almacén (sección de mantenimiento):

Es necesario la existencia del almacén para mantenimiento o una sección de insumos de mantenimiento dentro del almacén general, identificando la figura responsable por parte de mantenimiento. En caso de que ya exista debemos analizar las posibles mejoras a realizar.

- Realizar un listado del repuesto existente y la organización del mismo.
- Listado de material necesario: combustibles, instrumentación, elementos de desgaste, etc.
- Listado ABC de materiales (mínimo de Stock necesario para ejecutar la función mantenimiento en no menos de un año).

4. Plan de Mantenimiento inicial:

Puesta en marcha de un primer Plan de Mantenimiento General. Plan de mantenimiento preventivo de instalaciones generales y medios productivos.

Puesta a punto inicial (orientado a las instalaciones generales) [14].

Estudio de las necesidades más urgentes (Aire, Agua, Energía, etc.).

Creación de un sistema de control para las instalaciones generales que deberá realizar el personal de mantenimiento con periodicidad diaria (control de parámetros como gases, agua, energía, etc.).

Paralelamente a la realización de estas tareas debemos comenzar el análisis de los equipos (Estudio o análisis de la criticidad de los mismos)

Fase de desarrollo: Desarrollo de la metodología

Una vez creada una base en la fase anterior, el objetivo de esta tercera fase es finalizar todas las acciones pendientes y empezar a desarrollar nuevas tareas de mediano-largo plazo. Las tareas a realizar son:

- Estudio de mercado: Realizar un estudio de los principales programas (software) existentes en el mercado, principales funciones, factibilidades económicas, etc.
- Selección del software: Selección del programa y/o herramientas (software) adecuadas, considerando las premisas de facilidad de implementación y posterior facilidad de uso para personal de mantenimiento, que normalmente no está acostumbrado a trabajar con programas de gestión.
- Determinación del plan de mantenimiento definitivo: Definir un plan general de mantenimiento a partir del software.
- Tratamiento del personal: Definir el procedimiento a seguir con el personal de nuevo ingreso, analizar las posibles contrataciones de cursos de superación para el personal en plaza; así como, definir una metodología para la estimulación de los trabajadores más destacados.

Fase de optimización

Su objetivo es empezar a analizar los resultados en la etapa anterior (creación y seguimiento de los indicadores tanto técnicos como económicos); así como fijar las futuras

mejoras económicas, técnicas y organizativas a mediano-largo plazo. A modo de resumen se deben fijar los siguientes trabajos a desarrollar:

- Formación y seguimiento de los indicadores de Mantenimiento
- Informes técnicos

A continuación se describen, tres ejemplos de las actividades en áreas de mantenimiento que han generado mejoras y la forma en cómo ha impactado en la efectividad de las empresas.

Se estudiaron veintidós casos, comenzando desde el año de 1970 hasta el 2004, en ellos se describe parte del proceso en donde se dio la innovación tecnológica en el área de mantenimiento y los beneficios obtenidos, con lo que se ayudó a la efectividad de la empresa. Se hace énfasis en que en la totalidad de los casos descritos no hay evidencia escrita como una de las fallas en la formalización del proceso innovador. Los casos incluyen empresas del sector metalúrgico, químico farmacéutico, alimentos, metalmecánica, cerveza, artículos de limpieza y aseo personal, y artículos eléctricos. (Villarón, et al, 2007)

Villarón et al (2007) afirma que los principales pasos en esta investigación para desarrollar el estudio fueron:

- Descripción de la empresa y su giro.
- Planteamiento del problema del área de mantenimiento.
- Situación problemática, mantenimiento enuncia el problema.
- Objetivos que el área de mantenimiento definió para dar solución al problema.

Motivos por los que se eligieron los casos. Además, atienden a los criterios que se emplearon para seleccionar cada una de las empresas:

- Propuesta de solución o cursos de acción.
- Identificación de la innovación.
- Resultados obtenidos de la innovación.
- Clasificación de tipo de tecnología e innovación.

En la tabla 3, se presenta un cuadro comparativo de la innovación generada en el área, se cita el número de caso, el problema, el objetivo la propuesta de solución, el tiempo que tardó su implantación y, por último, en qué consistió la innovación, los resultados obtenidos y la clasificación del caso acorde con la tecnología y el tipo de innovación, pero solo se presentan tres casos.

En los casos estudiados se obtuvo una mayor efectividad debida a las actividades de mantenimiento, al reducir costos en la fabricación, aumento de la eficiencia en los procesos productivos por ahorro en mano de obra y en materia prima, evitar desperdicios y accidentes de trabajo, lo que puede apreciarse en la tabla 1. En la tabla número 3 se puede observar que de los casos presentados se obtuvo una disminución en la mano de obra 50%, efectividad en los procesos productivos que van desde un 30 % hasta un 300 % y mejores condiciones en el medio ambiente laboral, eliminando las fuentes de accidentes del orden de 100%.

Tabla 3.

Impacto de la mejora en Gestión de Mantenimiento por tipo de empresa

EMPRESA	REDUCCIÓN EN MANO DE OBRA	INCREMENTO DE EFECTIVIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS	ELIMINACION DE ACCIDENTES
METALURGICA		50 %		
QUÍMICO –FARM .	50 %	50 % al 100%	50 %	
ELAB.Y ENVAS. DE JUGOS		50 %	50 %	
METALMECANICA		50 %	50 %	100 %
PRODUCCIÓN DE CERVEZA		100 %		
ARTICULOS DE HIGIENE Y ASEO PERSONAL	50 %	30 % al 150%	50 %	
ARTICULOS ELECTRICOS	50 %	30 % al 300 %		

Fuente: Villarón et al (2007).

Villarón et al (2007) después de describir los casos y basado en las observaciones directas y entrevistas estructuradas con el personal involucrado con la innovación y generación de tecnología puede concluir lo siguiente:

El mantenimiento estimula la creatividad y la innovación en los procesos fabriles.

Las evidencias empíricas de la innovación en las actividades de mantenimiento resaltan la generación de tecnología en el área.

Se evidencia, con los casos específicos donde el mantenimiento genera innovación tecnológica, el aumento en la efectividad de las empresas.

Existe una relación entre mantenimiento y la efectividad de la empresa.

Fabelo et al (2009) determina en su investigación: La explotación indiscriminada de los equipos, adicionado a deficientes acciones de mantenimiento provoca una disminución de la vida útil de los mismos, forzando a que sean sustituidos en un tiempo mucho menor que el planificado, debido al desgaste acelerado de sus componentes, lo que implica realizar una nueva inversión para garantizar dicha sustitución. Todo equipo debe recorrer un camino determinado hasta perder su capacidad de trabajo, para esto debe contar con una estrategia de mantenimiento adecuada que permita cubrir esta distancia y alargarla aún más de ser posible.

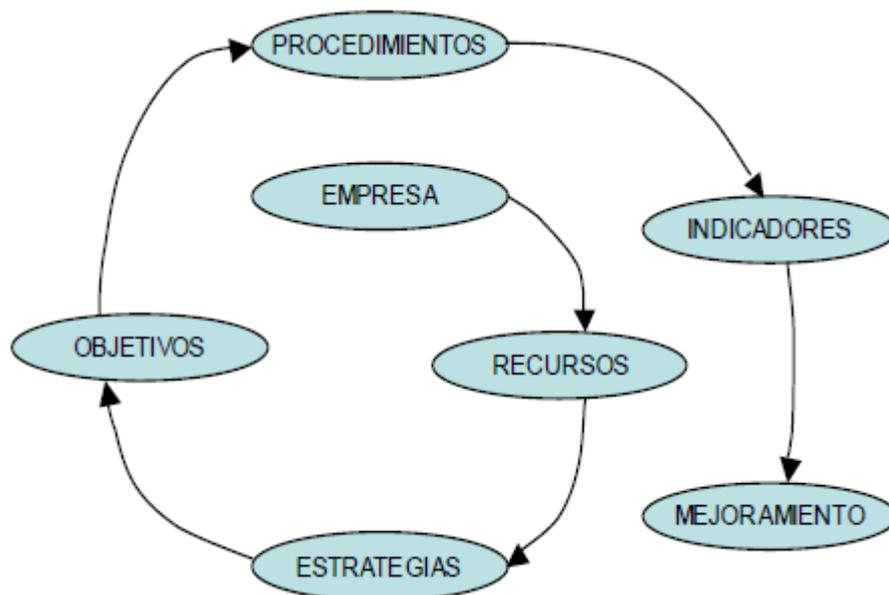


Figura 6. Elaboración periódica de mantenimiento implementado con la metodología de las 5 Qs”

Fuente. García, et al. (2009):

García, et al. (2009): “Un procedimiento de evaluación global que es bien conocido y aplicado universalmente por la mayoría de las industrias en sus procesos de mejoramiento son las auditorías internas o externas de mantenimiento. Este proceso se

ilustra en forma general, en la Figura 6, la cual esquematiza un proceso en espiral para la evaluación global y cíclica del proyecto de mantenimiento mediante la metodología “5QS”.”

En la medida que se conozca con propiedad la situación real, se haga uso de una buena planeación, se proyecten razonablemente los objetivos empresariales incluyendo los de mantenimiento, la metodología “5QS”, es una herramienta adecuada para desarrollar el proyecto de mantenimiento, puesto que ella misma, con la información suministrada y evaluada en cada una de las Fases, permite avanzar progresivamente, evitando caer en errores de “implementación de modas o tipos de mantenimiento”, ya que previamente han sido identificadas algunas variables relevantes que inciden fuertemente en el cumplimiento de metas, lo cual garantiza resultados coherentes. García, et al. (2009).

El procedimiento se sustenta en la idea de que lo más importante es lograr el cumplimiento de los objetivos de Producción, considerando, paralelamente, que estos deben ser formulados teniendo en cuenta la capacidad de Mantenimiento. De esta forma se logra un análisis bidireccional del tema correspondiente a la integración Producción – Mantenimiento, enfocando, por una parte, la gestión del Mantenimiento hacia el logro de los objetivos de Producción y, por otra, cuidando que las decisiones en Producción sean coherentes con las exigencias y capacidad de Mantenimiento. Los resultados fundamentales que aporta el procedimiento consisten en la identificación de las funciones del activo que aportan valor al sistema productivo, indicando si es conveniente realizar

modificaciones en algunas de estas para elevar la eficacia; el establecimiento del sistema de mantenimiento más adecuado a cada modo de fallo; la necesidad de efectuar cambios dentro de la planificación táctica de la producción en caso de que posibles incumplimientos del plan de Mantenimiento presenten un impacto significativo sobre los objetivos de Producción. (Díaz, 2015).

Para la valoración del par de parámetros que conforman el riesgo (probabilidad e impacto), se hace necesario que en el equipo de análisis estén presentes profesionales que tengan experiencia en proyectos de innovación similares, ya sea de la misma naturaleza o magnitud, a fin de poder definir, basados en su experiencia, cada uno de los factores que componen los parámetros conjuntamente con su relevancia (Figura 7). Esto último se ve reflejado en la ponderación que se define para cada componente que conforma el parámetro. Las ponderaciones y los valores que se ingresan para cada componente del parámetro son apreciaciones subjetivas del equipo de analistas, las cuales tienen que concordar con la realidad de cada situación bajo estudio. (Espinosa, 2012)

Con respecto al nivel actual del factor evaluado, el riesgo para la característica se califica con valor: 5: Muy alta probabilidad de fracaso 4: Alta probabilidad de fracaso 3: Probabilidad media para fracasar 2: Probabilidad baja de fracasar 1: Probabilidad casi nula de fracasar			En caso de producirse el fracaso a causa del factor, el impacto se califica como: 5: Muy alto con efecto irreversible 4: Alto, retrasará mucho al proyecto 3: Medio, significa sólo inversiones extras 2: Bajo, reacondicionamiento de recursos 1: Casi nulo, pequeños inconvenientes	
Características	Ponderación	Calificación	Calificación del impacto =	3
Preparación profesional	30%	3		
Gestión de activos	30%	2	Calificación final (probabilidad x impacto)	9,3
Manejo de personal	40%	4	Situación con inestabilidad (ver explicación gráfica en Figura 5)	
Calificación de la probabilidad de riesgo =		3,1		

Figura 7. Plantilla de valoración de la probabilidad y el impacto.

Fuente: (Espinosa, 2012).

Para las distintas combinaciones que se pueden dar para el par de parámetros, probabilidad e impacto, el espacio de implementación de mejoras se mueve principalmente en el eje de las probabilidades porque permite crear las condiciones para que la probabilidad asociada al riesgo disminuya, ya que ahí se pueden identificar acciones concretas y directas.

Mientras que las acciones para mitigar el impacto no son inmediatas y se refieren principalmente a tener planes alternativos de contingencia, o bien crear defensas para que no se propague el daño, en el caso que sucedan trastornos en el proyecto, el cual es un escenario a futuro (espinosa, 2012)

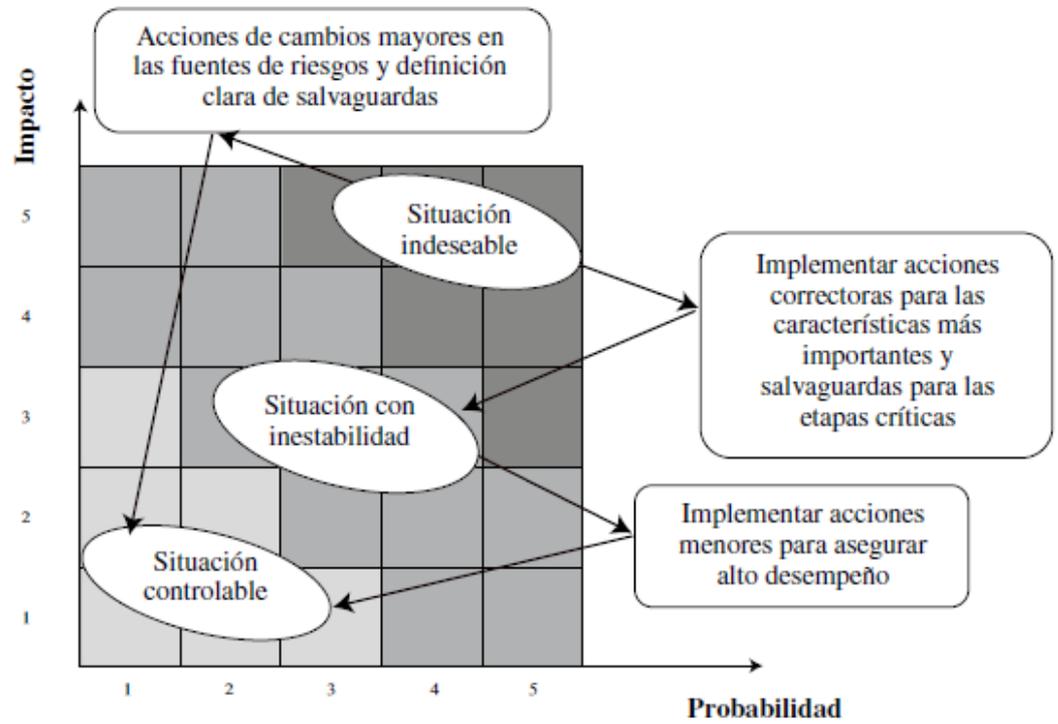


Figura 8. Plano de elaboración de la probabilidad, impacto y características de las acciones correctoras

Fuente. (Espinoza 2012)

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

La presente investigación sistemática, concluye que después haber realizado una revisión detallada de un total de 23 documentos de investigaciones analizando sobre los métodos y herramientas de gestión de mantenimiento, más utilizadas en las empresas industriales se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Son diferentes metodologías que se emplean en la gestión de mantenimiento siendo el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Productivo Total (TPM) las más conocidas. El RCM (Reliability Centered Maintenance) es un proceso empleado para asegurar todos los recursos necesarios con la finalidad de mantener operativo todo activo físico según demande el operador o usuario. En cambio el TPM (Total Productive Maintenance) es, más bien, una filosofía empleada con la finalidad de reducir las pérdidas en la producción por paradas de los equipos por lo que se requiere su disponibilidad para tener la máxima producción con la calidad esperada.
- El aumento de la confiabilidad de los equipos tiene un impacto directo en el aumento de los costos operativos, teniendo en cuenta la utilización de los mismo, resulta contraproducente el plantearse como estrategia de mantenimiento el alcanzar una confiabilidad superior cuando el porcentaje de utilización permite tener una menor confiabilidad y pese a ello lograr los objetivos de producción, incluyendo los de mantenimiento, la metodología

“5QS”, es una herramienta adecuada para desarrollar el proyecto de mantenimiento, puesto que ella misma, con la información suministrada y evaluada en cada una de las Fases, permite avanzar progresivamente, evitando caer en errores de “implementación de modas o tipos de mantenimiento”, ya que previamente han sido identificadas algunas variables relevantes que inciden fuertemente en el cumplimiento de metas, lo cual garantiza resultados coherentes. García, et al. (2009)

- La gestión efectiva del riesgo es la más importante herramienta de gestión que un administrador puede emplear para aumentar la probabilidad de éxito del proyecto, pero es necesario que el equipo de personas a cargo tenga la capacidad para hacer uso eficiente de las herramientas relacionadas con la administración de proyectos, análisis de escenarios y modelamiento matemático, como también disponer de un sistema de información actualizado, un líder con ascendencia y medidas de control aceptadas.
- La efectividad en la reducción de costos por parte del área de mantenimiento permite a las compañías ser más competitivas en su ramo.
- La creatividad e innovación que desarrolla el personal de mantenimiento se deberá de evidenciar, ya que representa un gran valor que se aporta a la empresa, existiendo la viabilidad de poderlo patentar.
- La generación de tecnología derivada de las actividades de mantenimiento, proporciona conocimientos y experiencias nuevas que deberán aplicarse a otros equipos y procesos.

- De acuerdo a los casos descritos se probó que el proceso de mantenimiento genera innovación tecnológica, aunque ésta se presente en una escala mediana, sin representar una inversión mayor del 10 % del valor del activo, de acuerdo con los datos de las entrevistas llevadas a cabo, de la observaciones de las innovaciones y desarrollo de tecnología aplicadas a los equipos y maquinaria.
- Los métodos de gestión de mantenimiento utilizados en el sector industrial tienen un impacto directo en la disponibilidad de los equipos dependiendo de su eficacia.
- El mantenimiento autónomo es uno de los métodos que contribuyen notablemente en el aumento de la disponibilidad y pérdidas por paradas de equipo. Las correctas inspecciones, lubricación y ajustes son imprescindibles que sean realizadas por personal capacitado y motivado para su buen desempeño en campo.
- El incumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo en un lapso de tiempo prolongado ocasionan paradas de máquina con costos de reparación sumamente altos comparados al costo de ejecución de los programas de mantenimiento preventivo.
- Un adecuado monitoreo de condiciones de los equipos contribuyen en gran medida a la confiabilidad de los equipos pese a un costo inicial elevado, permite a mediano plazo que una mayor confiabilidad de los equipos.

- La correcta administración del historial de reparaciones de los equipos permite reducir los tiempos de reparaciones y a su vez aumentar la disponibilidad de los equipos.
- La periódica revisión de stock de repuestos tiene que ser incluida en las estrategias de mantenimiento y mejora continua para asegurar que se reduzca el tiempo de reparación de los equipos y con ello aumentar la disponibilidad.

REFERENCIAS

Arbildo López, A. (2011). El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento. *Ingeniería Industrial*,(29), 35-49.

Olarte C., & Botero A., M., & Cañón A., B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, XVI (44), 354-356.

Ortiz Useche, A., & Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18 (61), 86-104.

García Monsalve, G., & González S, H., & Cortés M, E. (2009). Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4 (2), 137-150.

Sánchez - Rodríguez, Á. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 13 (2), 72-78.

Alba Raña González, L., & Castillo Asencio, O., & Baste González, J., & Falcón Cuadra, J. (2010). Evaluación de la función mantenimiento en empresas transportistas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19 (2), 10-15.

García Alcaraz, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (60), 129-140.

Villarón Vázquez, J., & Pineda Domínguez, D., & Pérez Rodríguez, E. (2007). La innovación tecnológica en el área del mantenimiento y sus resultados. Estudio de casos. *Investigación Administrativa*, (99), 19-30.

Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, XXXVII (1), 2-13.

Mesa Grajales, D., & Ortiz Sánchez, Y., & Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, XII (30), 155-160.

Torres-Valle, A. (2012). Rol del fallo mecánico en la optimización del mantenimiento en una central nuclear. *Ingeniería Mecánica*, 15 (2), 105-114.

Vargas-Vargas, I., & Estupiñán-Díaz, S., & Díaz-Molina, A. (2017). Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51 (2), 10-16.

Espinosa, F., & Dias, A., & Salinas, G. (2012). Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 20 (2), 242-254.

Díaz-Cazañas, R., & De La Paz- Martínez, E. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Ingeniería Industrial*, XXXVII (1), 36-48.

Fabelo-García, O., & Sánchez-Bakhsh, D. (2009). Propuesta de metodología para el cálculo del costo del No Mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 12 (1), 49-58.

Fernández Sánchez, M., & Shkiliova, L. (2012). Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21 (4), 72-79.

Troncoso-Fleitas, M., & Acosta-Palmer, H. (2011). El mantenimiento en la confiabilidad y disponibilidad de un sistema de generación de vapor. *Ingeniería Mecánica*, 14 (2), 140-150.

(2009). Reseña de "La productividad en el mantenimiento industrial" de Enrique Dounce Villanueva. *Innovación Educativa*, 9 (48), 93.

García Alcaraz, J., & Romero González, J., & Noriega Morales, S. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y Administración*, 57 (4), 173-196.

Torres Valle, A., & Rivero Oliva, J. (2004). Gestión de Mantenimiento Orientada a la Seguridad.. *Ingeniería Mecánica*, 7 (2), 7-15.

Herrera-Galán, Michael, & Duany-Alfonzo, Yoenia. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 2-13. Recuperado en 03 de febrero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002&lng=es&tlng=es.

Espinosa, Fernando F, Dias, Acires, & Back, Nelson. (2008). Un Procedimiento de Evaluación de las Condiciones Necesarias para Innovar la Gestión de

Mantenimiento en una Empresa. Información tecnológica, 19(1), 97-104.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642008000100012>

Viveros, Pablo, Stegmaier, Raúl, Kristjanpoller, Fredy, Barbera, Luis, & Crespo, Adolfo. (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>