



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ANALIZAR LA APLICACIÓN DE RCM EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LAS EMPRESAS INDUSTRIALES: UN ESTUDIO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA CIENTÍFICA.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Aaron Alexander Villena Alvarez
Gian Michelli Alberto Bedon Caballero

Asesor:

Mg. Ing. Neicer Campos Vásquez

Lima - Perú

2019



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Ing. Mg. NEICER CAMPOS VASQUEZ, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del (los) estudiante(s):

- Bedón Caballero, Gian
- Villena Alvarez, Aaron

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: “Analizar La Aplicación De Rcm En El Área De Mantenimiento Y Las Principales Herramientas Y Métodos Para El Incremento De La Confiabilidad De Los Equipos En Las Empresas Industriales”. para aspirar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Ing. Mg. NEICER CAMPOS VASQUEZ

Asesor



ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr(a) *Grado Académico* y el nombres y apellidos del director o coordinador de carrera, ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s):
Haga clic o pulse aquí para escribir texto, para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido expresa:

Aprobado

Calificativo: Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado



Tabla de contenido

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	2
ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	17
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS.....	25



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios de búsqueda de artículos científicos de investigación.....	11
Tabla 2: Resumen de artículos depurados luego de depurar los que no aportan al trabajo de investigación.....	19
Tabla 3: Criterios de búsqueda de artículos científicos de investigación.....	20
Tabla 4: Resumen de artículos depurados luego de depurar los que no aportan al trabajo de investigación.....	21



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Revistas activas en buscadores: SCielo y Redalyc.	12
Figura 2: Número de revistas en buscadores: SCielo y Redalyc.	12
Figura 3: Número de artículos en buscadores: SCielo y Redalyc.	14
Figura 4: Porcentaje de descarga promedio anual en bibliotecas: ScienceDirect, Nature, Science y ACS.	15
Figura 5: Resumen cantidad de artículos revisados según plataforma consultada para la Investigación Científica de la Literatura.	17



RESUMEN

La presente investigación tiene sus bases en fuentes confiables de investigación, producto de una búsqueda sistemática de información literaria basada en estudios realizados e inscritos en revistas académicas científicas registradas en Ebsco, Redalyc y SCielo. De donde se tiene que: Implementar mantenimiento basado en el RCM tiene efectos positivos en las empresas y se ven resultados en incremento en disponibilidad, eficiencia, productividad y disminución de los costos operacionales; con la finalidad de obtener la mejor fuente literaria respecto a la aplicación del RCM en las industrias.

Se ha depurado la información bajo los siguientes criterios: 1° Que hayan sido realizado por investigadores con grados de Ingeniero, Dr. O investigador, 2° que pertenezcan mínimo a los últimos 8 años, 3° que muestren un impacto cuantitativo en sus resultados de investigación y finalmente 4° Que sean investigaciones aplicadas en diferentes países.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, RCM, Criticidad, Modo, Fallos, Confiabilidad.



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En este mundo globalizado, donde la competencia cada día es más fuerte y los clientes cada vez más exigentes, las empresas buscan optimizar la eficiencia y productividad, para ello se requiere incrementar el nivel de disponibilidad de las máquinas o equipos que forman parte del proceso productivo para que la línea de producción o proceso obtenga la mayor cantidad de producción a estándares competitivos de calidad. Es por ello que se opta por implementar la técnica de Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).

Este método permite encontrar los modos de efecto y fallo de cada equipo de acuerdo a un nivel de criticidad, y a partir de ello tener un control monitoreado donde se evalúa el comportamiento antes que suceda una falla, motivo por el cual esta herramienta permite tomar acciones correctivas con el menor perjuicio en la productividad. Esto permite un ahorro en costos de mantenimiento y a la vez genera mayor rentabilidad a las empresas porque sus líneas de producción son más eficientes, más productivas.

Por ello se busca analizar ¿Cómo se aplica el RCM en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en las empresas industriales? El objetivo consiste en analizar la aplicación del RCM en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en las empresas industriales.



Con este análisis tendremos las herramientas que utiliza el RCM y las formas de aplicación para la implementación del mismo, así como el impacto en los resultados obtenidos, los cuales repercuten en el incremento de la disponibilidad de los equipos y en el incremento de la rentabilidad de la empresa que lo implementa.

La implementación del RCM debe llevar a equipos más seguros y confiables, reducciones de costos (directos e indirectos), mejora en la calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. El RCM también está asociado a beneficios humanos, como mejora en la relación entre distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones.



CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se basó bajo la metodología de revisión sistemática; recurriendo a buscadores de investigación reconocidas como: Ebsco, Redalyc y SCielo y Google Académico, para luego de una ardua búsqueda se toma sólo aquellas literaturas de gran impacto respecto a los tipos de investigadores quienes realizan la investigación científica y al impacto en los resultados de sus artículos se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se aplica el RCM en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en las empresas industriales?

Para la búsqueda de la investigación literaria se ha considerado los siguientes criterios de investigación:

En idiomas: español y en inglés, de los últimos 5 años, logrando recopilar desde el año 2013, a excepción de un artículo del año 2010, el cual se toma por el impacto de los resultados obtenidos. De preferencia se utilizó artículos científicos inscritos en revistas de investigación con inscripción de ISSN y asignación de ISSN del artículo recopilado, revisando también casos de éxito de aplicación del RCM por empresas consultoras españolas realizadas en los últimos 5 años.

Cuya finalidad es determinar el año de antigüedad de lectura científica a considerar y tomar la decisión de incluir o excluir, debido a que a menor tiempo de antigüedad mayor será el impacto en el análisis y planteamiento de la solución debido al creciente conocimiento del concepto y aplicación del RCM en los últimos años.



La búsqueda de la información científica se realizó haciendo uso de palabras clave relacionadas al RCM tales como: implementación, aplicación, gestión, artículo científico y año 2018.

A continuación se presenta la Tabla 1 con el resumen de criterios tomados en cuenta para la búsqueda de artículos científicos para la investigación de la literatura.

*Tabla 1:
Criterios de búsqueda de artículos científicos de investigación*

Idiomas	Antigüedad	Preferencias de búsqueda	Plataformas
Español	1ra prioridad: Últimos 5 años.	1ro: Con ISSN.	Ebsco.
Inglés	2ra prioridad: hasta 10 años.	2do: Aplicación de RCM.	Redalyc.
		3ro: Palabras claves.	Scielo.
		4to: Procedencia internacional.	Google Académico.
		5to: Procedencia nacional.	
		6to: De carácter aplicativo.	

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se presenta la Figura 1, donde se muestra la cantidad de revistas activas en los buscadores que más acceso se tuvo para la revisión sistemática de la literatura, donde se tiene que el buscador científico SCielo tiene 1285 revistas activas con 49.67%, mientras que Redalyc tiene 1302 revistas activas con 50.33%, sacando ventaja Redalyc por 17 revistas activas respecto al buscador científico Sielo.

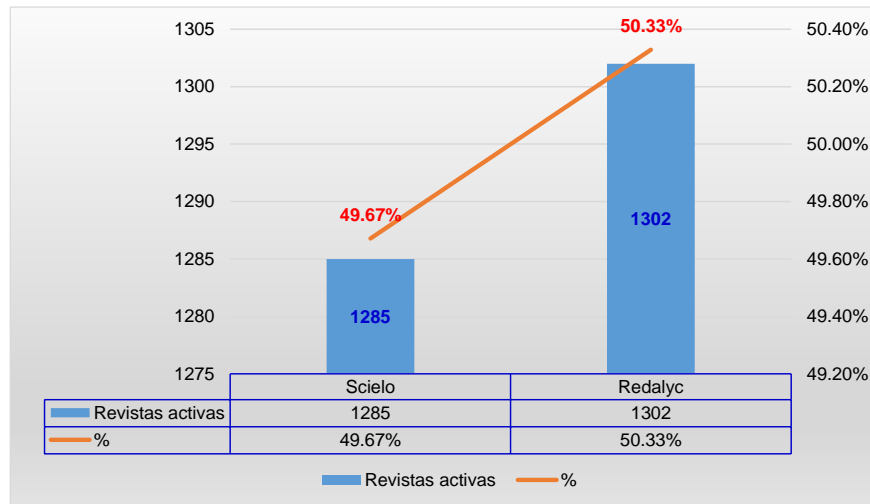


Figura 1: Revistas activas en buscadores: SCielo y Redalyc.

Fuente: SCielo, Redalyc, 2019

Elaboración propia.

En la Figura 2 se muestra la cantidad de revistas que tiene cada uno de los buscadores siguientes: Scielo y Redalyc, donde se observa que Scielo tiene 52 356 número de revistas con el 52.04% y Redalyc tiene 48 259 números de revistas con 47.96%.

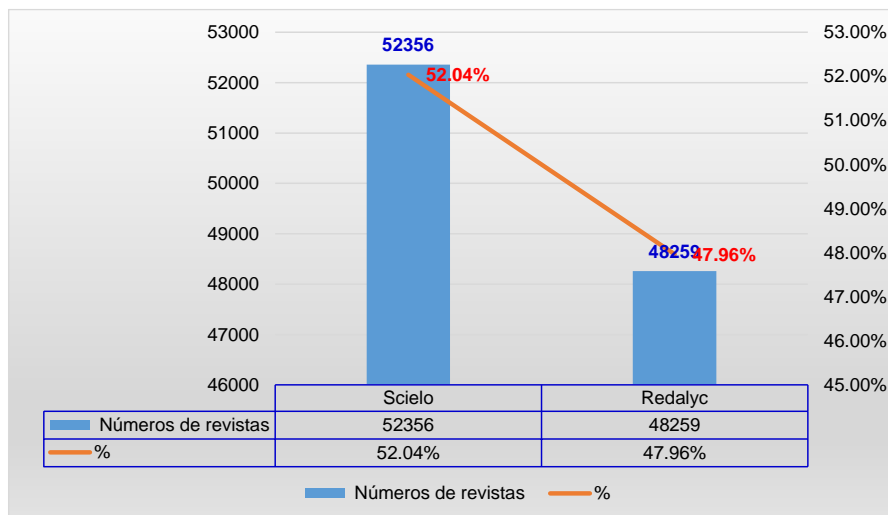


Figura 2: Número de revistas en buscadores: SCielo y Redalyc.

Fuente: SCielo, Redalyc, 2019

Elaboración propia.



En la Figura 3 se muestra la cantidad de artículos que tiene cada uno de los buscadores siguientes: Scielo y Redalyc, donde se observa que Scielo tiene 745 182 artículos con el 54.42% y Redalyc tiene 624 234 artículos con 45.58%.

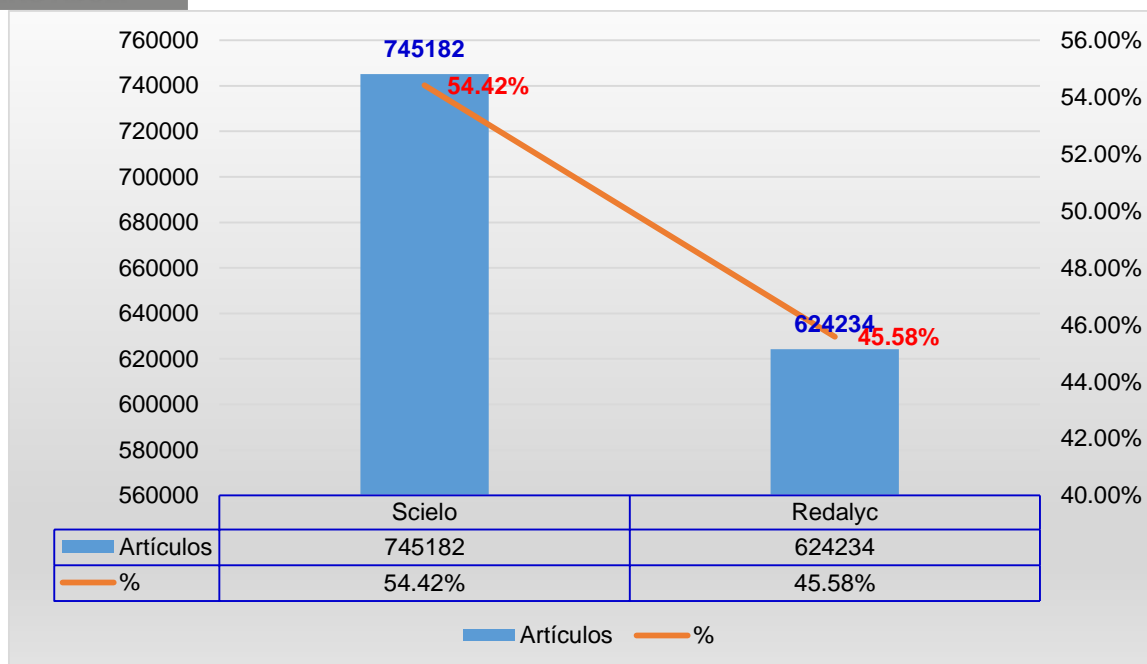


Figura 3: Número de artículos en buscadores: SCielo y Redalyc.
Fuente: SCielo, Redalyc, 2019
Elaboración propia.

Según (Biblioteca electrónica de ciencia y tecnología., 2019), se tiene que entre las siguientes 4 bibliotecas electrónicas: Science Direct, Nature, Science y ACS, la biblioteca ScienceDirect tiene el mayor porcentaje de descargas promedio anual representado por el 61% con 114 238.60 descargas, las otras 3 bibliotecas Nature, Science y ACS no superan el 19% de descarga tal como se muestra en la Figura 4 que se presenta a continuación.

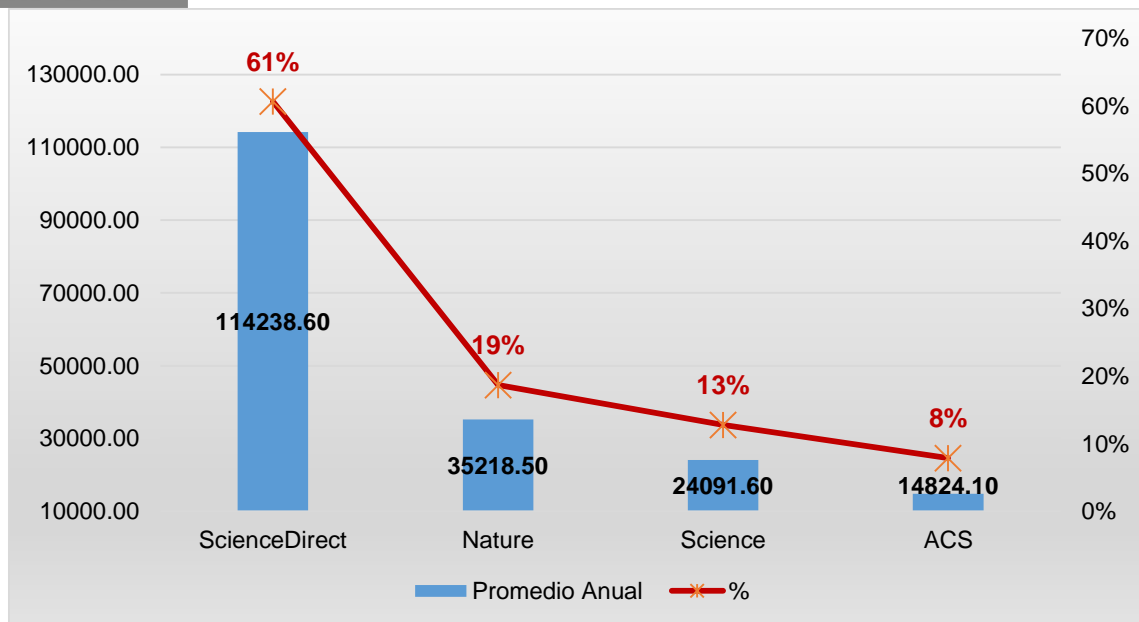


Figura 4: Porcentaje de descarga promedio anual en bibliotecas: ScienceDirect, Nature, Science y ACS.
Fuente: (Biblioteca electrónica de ciencia y tecnología., 2019)
Elaboración propia.

Con la finalidad de que esta investigación literaria pueda ser validada y analizada por otros investigadores, se presenta el Anexo 1, en el cual se resume en una base de datos los artículos que finalmente se filtraron como fuente de investigación para el presente trabajo de investigación de la literatura científica de título: “Analizar la aplicación de RCM en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en las empresas industriales” la información que se presenta en el Anexo 1 describe lo siguiente en el orden que se presentan a continuación:

- Palabras clave de búsqueda.
- Tipo de revista de donde se extrajo el artículo científico.
- ISSN del artículo científico.
- Origen de la revista.



- País de origen del artículo.
- Año, mes.
- Volumen.
- Número de artículo.
- Tipo de accesibilidad al artículo.
- El URL para una fácil ubicación en la web.
- La fuente bibliográfica general del artículo.
- Autores.
- Título del artículo.
- Metodología(s) o herramienta(s) de ingeniería utilizada(s) para el desarrollo del RCM.
- Finalmente se muestra las conclusiones más relevantes del artículo.



CAPÍTULO III. RESULTADOS

Con la finalidad de clasificar los resultados en base a la investigación de la literatura y en base al tema objeto de la investigación se ve conveniente presentarlos en ítems separados:

- Resultados en base a la búsqueda de la información de la literatura.
- Resultados en base al tema objeto de la investigación.

3. 1 Resultados en base a la búsqueda de la información de la literatura.

Inicialmente se revisaron 30 artículos científicos, de los cuales 12 artículos se encontraron en la plataforma de Scielo, 8 en Redalyc, 7 en Google académico y 3 en 3Ciencias tal como se muestra en la Figura 5, donde a su vez por medio de un Diagrama de Pareto se define que para este caso de investigación científica de la literatura con 3 plataformas más importantes en la recopilación de artículos con contenido relacionado al tema central del presente trabajo: Scielo, Redalyc y Google académico, representando el 90% de las fuentes recopiladas.

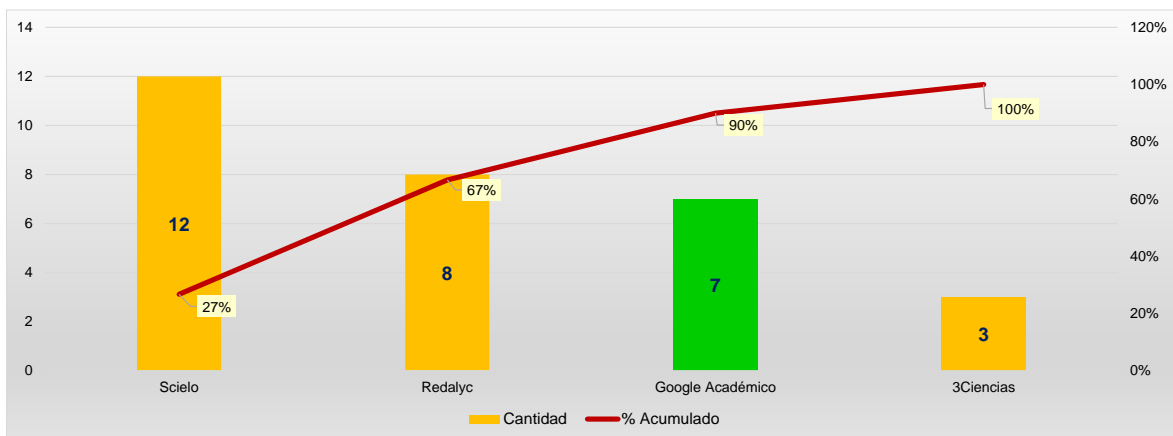


Figura 5: Resumen cantidad de artículos revisados según plataforma consultada para la Investigación Científica de la Literatura.

Fuente: Elaboración propia.



Si bien es cierto inicialmente se depuraron 30 artículos, luego de una exhaustiva revisión, donde se descartaron 20 quedando sólo 10 artículos científicos, el motivo de descarte fueron los siguientes:

- Antigüedad mayor a 15 años.
- No aplicada a los equipos sino al proceso de gestión.
- Metodología aplicada no bien sustentada.
- Falta de relación entre objetivo y conclusiones.

En la Tabla 2 se muestra en forma detallada la cantidad total de artículos filtrados como óptimos para el presente trabajo, para tal fin se vio conveniente mostrar los 10 artículos identificando:

- La palabra clave con la que consiguió el artículo.
- La base de datos o plataforma de donde se obtuvo.
- La revista de donde se publicó el artículo científico.
- El ISSN de la revista o del artículo, según corresponda.
- El origen que viene a ser la institución de origen que recibe el artículo, en caso de no encontrarse se colocó la revista de donde se obtuvo el artículo.
- El país de origen del artículo.
- Finalmente el año de publicación del artículo.

Tabla 2:

Resumen de artículos depurados luego de depurar los que no aportan al trabajo de investigación.

N°	Keyword	Base de datos	Revista	ISSN	Origen	País	Año
1	Aplicación RCM	Redalyc	Scientia Et Technica	0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2014
2	Gestión RCM	Redalyc	Revista Venezolana de Gerencia	1315-9984	Universidad del Zulia Venezuela	Venezuela	2013
3	Aplicación RCM	Scielo	Revista Ingeniería Mecánica	1815-5944	Universidad Politécnica de La Habana	República Dominicana	2016
4	Aplicación RCM	SCielo	Revista Información Tecnológica	0718-0764	Universidad Antonio Nariño, Magdalena y Francisco de Paula Santander.	Colombia	2017
5	Aplicación RCM	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2007
6	RCM, Disponibilidad, equipos	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1702	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2006
7	RCM, Disponibilidad, equipos	3C Tecnología	Google Académico	ISSN: 2254 – 4143	3C Tecnología		2016
8	RCM, Disponibilidad, equipos	Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas	Google Académico	S/ISSN	Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas	Perú	2016
9	RCM, Disponibilidad, equipos	Google Académico	Google Académico	S/ISSN	Empresa: Consorcio Ambiental del Plata – Teyma	Uruguay	2005
10	Mantenimiento	Scielo	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	S/ISSN	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	Cuba	2013

Fuente: Artículos varios.

Elaboración propia.

En la Tabla 3 se muestra el porcentaje que representa la cantidad de artículos finales que clasificaron para el desarrollo del presente trabajo de investigación de la literatura, donde se puede apreciar que el 40% de artículos provienen de la plataforma de Redalyc, 30% de Scielo y 10% de 3c Tecnología, Alas Peruanas y Google Académico.

Tabla 3:
Criterios de búsqueda de artículos científicos de investigación

Base de datos	Cantidad	%
Redalyc	4	40%
Scielo	3	30%
3C Tecnología	1	10%
Alas Peruanas	1	10%
Google Académico	1	10%

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Resultados en base al tema objeto de la investigación.

Respecto a los resultados en base al tema objeto de la investigación se tiene que a diferencia de las metodologías de TPM y mantenimiento autónomo, el RCM busca la causa raíz del problema, se enfoca en analizar cómo medir las causas, medir la importancia e impacto, a su vez permite determinar los límites de control de cada punto a medir o a controlar, asegura de contar con los formatos adecuados para el registro y con los instrumentos o equipos de medición, con ello asegura que las mediciones de efecto y fallo se ejecuten de acuerdo a lo planificado permitiendo así controlar a los equipos durante el proceso de producción, se observa que los resultados oscilan entre 14% y 75%, dependiendo si previamente existió o no alguna mejora implementada y los resultados económicos varían dependiendo el tipo de empresa, rubro, envergadura, área en que se realiza la implementación del RCM, por tanto no se puede dar un margen de recuperación, ganancia o de utilidad por cuanto es muy variable.

A continuación se presenta en la Tabla 4 con el resumen de la metodología y resultados recopilados en los 10 artículos seleccionados que motivaron el análisis realizado en el punto 3.2

Tabla 4:

Resumen de artículos depurados luego de depurar los que no aportan al trabajo de investigación.

N°	KEYWORD	BD	REVISTA	ISSN	ORIGEN	PAÍS	AÑO	MES	VOL	NÚM.	AUTORES	TÍTULO	METODLOGÍAS	RESULTADOS
1	Aplicación RCM	Redalyc	Scientia Et Technica	0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2014	Junio	19	2	Barros Chaparro, David Jesús, Valencia Ochoa, Guillermo, Vargas Henríquez, Lisandro.	Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo	Aplicación de la metodología RCM en una empresa de fabricación de baterías, específicamente en el área de producción de lingotes de plomo. Para la implementación se basó en realizar un análisis funcional, identificando los modos y efectos de falla jerarquizando riesgos dando criticidad a estos riesgos.	Se logra establecer un prog. De mantenimiento formado por tareas proactivas por cada modo de falla. Permitted analizar y proponer alternativas que otorguen seguridad a la máquinas y personas.
2	Gestión RCM	Redalyc	Revista Venezolana de Gerencia	1315-9384	Universidad del Zulia Venezuela	Venezuela	2013	Marzo	18	61	Ortiz Useche, Alexis, Rodríguez Monroy, Carlos. Izquierdo, Henry.	Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Análisis de la gestión del mantenimiento en las MYPES de la ciudad de Guayana aplicando PHVA.	Se obtuvo 57% de calificación de cumplimiento, es decir las MYPES no utilizan el RCM en sus empresas, algunos de forma incipiente. Sólo el 50% de entrevistados tiene personal de mantenimiento contratado, el otro 50% no tiene personal con experiencia para realizar mantenimiento preventivo, por tanto tampoco existen programas de capacitación, lo cual en suma afecta en la gestión de la empresa para mejorar la competitividad.
3	Aplicación RCM	SciELO	Revista Ingeniería Mecánica	1815-5944	Universidad Politécnica de La Habana	República Dominicana	2016	Septiembre	19	3	Díaz Concepción, Armando Villar Ledo, Leisis Cabrera Gómez, Jesús	Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica	Aplicación de encuestas en una empresa de transmisión eléctrica para ver si es conveniente implementar RCM bajo la filosofía de gestión de mantenimiento.	Es posible implementar RCM, más aún cuando la empresa se encuentra preparada para este tipo de implementación, con resultados de 92%, 72%
4	Aplicación RCM	SciELO	Revista Información Tecnológica	0718-0764	Universidad Antonio Nariño, Magdalena y Francisco de Paula Santander.	Colombia	2017	Agosto	28	4	Gasca, María C. Camargo, Luis L. Medina, Byron	Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial.	Jerarquizar los activos existentes a través de un análisis de criticidad en función de su operación, producción, frecuencia, costo y tiempo de reparación de las fallas y el impacto en la seguridad y salud del trabajador.	Se identificó el equipo que más afecta en la producción en caso de existir una parada de máquina, siendo éste la extrusora, la identificación de este equipo como crítico llevó a enfocar mayores esfuerzos y recursos de mantenimiento mejorando así su confiabilidad operacional.
5	Aplicación RCM	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2007	Diciembre	12	37	Montilla M., Carlos A. Arroyave, Juan Felipe Silva M., Carlos Eduardo	Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo.	AMEF	Se logró la reducción del (Carga del trabajo de mantenimiento) CTM con la aplicación del RCM, lo cual a su vez permitió que el personal pueda atender mayor cantidad de equipos sin afectar la disponibilidad de los mismos.
6	RCM, Disponibilidad, equipos	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2006	Mayo	12	30	MESA GRAJALES, DAIRO H.; ORTIZ SÁNCHEZ, YESID; PINZÓN, MANUEL	La confiabilidad, la disponibilidad y la Mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.	Describir la importancia de las herramientas de confiabilidad, disponibilidad y Mantenibilidad.	Se logra explicar los conceptos y las aplicaciones de los términos descritos en metodología para una buena administración del mantenimiento de equipos.
7	RCM, Disponibilidad, equipos	3CTecnología	Google Académico	ISSN: 2254-4143	3C Tecnología	Perú	2016	Septiembre	5	3	Cárcel Carrasco, F.J.	Características de los sistemas TPM y RCM en la Ingeniería del mantenimiento.	TPM, RCM	Tanto el mantenimiento productivo total (TPM), como el basado en la fiabilidad (RCM), requieren una gran implicación de toda la organización de mantenimiento, y de todos los órganos de la empresa, en especial los servicios de producción. Ambos requieren una gran dosis de gestión de la información y del conocimiento, que articule toda la experiencia e información requerida y generada.
8	RCM, Disponibilidad, equipos	Desarrollo, Univerciencia	Google Académico	S/ISSN	Ciencia y Desarrollo, Universidad Atlas Peruanas	Perú	2016	Junio	19	1	Zegarra, Manuel.	Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados	Indicadores de gestión a través del cálculo de la vida útil de máquinas.	Los indicadores de mantenimiento ayudan al usuario que gestiona el mantenimiento a tomar las mejores decisiones en el mismo, de acuerdo a las variaciones existentes en el proceso. Los indicadores de gestión no caminan por sí solos, por tanto se requiere del análisis para la toma de decisiones, por ello es administrado por el jefe de área.
9	RCM, Disponibilidad de equipos	Google Académico	Google Académico	S/ISSN	Empresa: Consorcio Ambiental del Plata - Teyma	Uruguay	2005	Abril	S/V	S/N	Carolina Altmann	El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada.	Uso de tablas y gráficos de control para evaluar el problema de fallo y dar la mejor propuesta de mejora.	Mejora la confiabilidad, la seguridad, la disponibilidad a su vez que se disminuyen los costos diversos de mantenimiento en general.
10	Mantenimiento	SciELO	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	S/ISSN	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	Cuba	2013	Junio	22	2	Emilio Rodríguez Pérez Carlos Manuel Bonet Borjas Liyen Pérez Quiñones	Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga.	Mantenimiento preventivo, predictivo, alterno, Clasificación ABC.	Ahorro de 246 CUC por cada cuña y por todo el parque se ahorra: 16 728 CUC.

Fuente: Artículos varios.

Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones se tiene:

- Haciendo uso de la implementación del RCM se logra establecer un programa de mantenimiento constituido por tareas proactivas (Predictivas, Preventivas, tareas de chequeo) propuestas para cada uno de los modos de falla definidos, además de una identificación de los componentes por equipo más detallada, unas consideraciones para la seguridad y operación de la máquina que no estaban previstas anteriormente, mayor vida útil de los activos físicos costosos, y un rediseño en un activo físico con lo que se espera incrementar la vida útil aún más que la que se obtiene con la configuración actual.
- Se logra la participación del equipo de trabajo RCM, los cuales aprenden más de cómo funciona el activo físico, la forma correcta de operarlos, la mejor manera de disminuir los accidentes o fallas, cada miembro del grupo intervino en la formulación de los objetivos, en decidir que se debe hacer y quién lo debe hacer, esto conlleva a un mayor sentido de pertenencia. La implementación del RCM II en la sección de Metalurgia logró incrementar la confiabilidad de la sección mediante el análisis del Tiempo medio entre fallas.

REFERENCIAS

- 3C Tecnología. (14 de 09 de 2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la Ingeniería del Mantenimiento. (3. Tecnología, Ed.) *3C Tecnología*, 5(3), 8. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75>
- Altmann, C. (22 de 04 de 2005). El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. *Empresa: Consorcio Ambiental del Plata – Teyma*, 14. Recuperado el 23 de 02 de 2019, de https://www.uruman.org/sites/default/files/articulos/analisis_aceite_mantenimiento_proactivo_flotas_maquinaria_pesada.pdf
- Barros, D., Valencia, G., & Vargas, L. (02 de 06 de 2014). Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo. *Scientia Et Technica*, 19(2), 200-208. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84931680008>
- Biblioteca electrónica de ciencia y tecnología. (2019). Recuperado el 22 de 02 de 2019, de <http://www.biblioteca.mincyt.gov.ar/estadisticas/revistas>
- Confiabilidad. (2005). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Recuperado el 22 de 02 de 2019, de www.rcm-confiabilidad.com.ar: http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/ariel%20ZYLBERBERG/RCM_Scorecard_overview.pdf
- Díaz, A., Villar, L., & Cabrera, J. (12 de 2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica*. (19), 137-142. doi:<http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu>
- Gasca, M., Camargo, L., & Medina, B. (16 de 08 de 2017). Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial. *Información Tecnológica*, 28(4), 14. doi:10.4067/S0718-07642017000400014
- Liberati, A., Altman, D., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P., Loannidis, J., & Moher, D. (s.f.). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions. *PLOS Medicine*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Mesa, D., Ortíz, Y., & Pinzón, M. (30 de 05 de 2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, 12(30), 155-160. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>
- Montilla, C., Arroyate, J., Silva, M., & Eduardo, C. (Diciembre de 2007). Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo.



Scientia Et Technica, 12(37), 273-278.
doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903746>

Ortiz, A., Rodríguez, C., & Izquierdo, H. (03 de 2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61), 88-104. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2902616100>

{

Rodríguez, E., Bonet, C., & Pérez, L. (2013). Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 61-67. Recuperado el 23 de 02 de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000200011

Zegarra, M. (15 de 04 de 2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 19(1), 25-37. doi:<http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2016.v19i1.02>

Zorrilla, Y., & Aliaga, L. (2010). *Aplicación del RCM en maquinarias pesadas, para optimizar la disponibilidad de las máquinas y elevar el nivel de producción en la empresa administrativo Chungar*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico., Universidad Nacional del Centro, Huancayo. Recuperado el 22 de 02 de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2245>



ANEXOS

Anexo 1: Resumen de Fuentes de Información Bibliográfica - Metodología utilizada y conclusiones relevantes.

N°	KEYWORD	BD	REVISTA	ISSN	ORIGEN	PAÍS	AÑO	MES	VOL	NÚM.	ACCESIBILIDAD	URL	APA	AUTORES	TÍTULO	METODLOGÍAS	CONCLUSIONES
1	Aplicación RCM	Redalyc	Revista Et Técnica	0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2014	Junio	19	2	Abierto	http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5481160028	Barros Chaparro, David Jesús; Valencia Ochoa, Guillermo; Vargas Henríquez, Lisandro Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo Scientia Et Technica, vol. 19, núm. 2, junio., 2014, pp. 200-208 Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia	Barros Chaparro, David Jesús, Valencia Ochoa, Guillermo, Vargas Henríquez, Lisandro.	Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo	Aplicación de la metodología RCM en una empresa de fabricación de baterías, específicamente en el área de producción de lingotes de plomo. Para la implementación se basó en realizar un análisis funcional, identificando los modos y efectos de falla jerarquizando riesgos dando criticidad a estos riesgos.	Se logra establecer un prog. De mantenimiento formado por tareas proactivas por cada modo de falla. Permitted analizar y proponer alternativas que otorguen seguridad a la máquinas y personas..
2	Gestión RCM	Redalyc	Revista Venezolana de Gerencia	1315-9984	Universidad del Zulia Venezuela	Venezuela	2013	Marzo	18	61	Abierto	https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5481160028	Ortiz Useche, Alexis; Rodríguez Monroy, Carlos; Izquierdo, Henry Gestión de mantenimiento en pymes industriales Revista Venezolana de Gerencia, vol. 18, núm. 61, enero-marzo, 2013, pp. 86-104 Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela	Ortiz Useche, Alexis, Rodríguez Monroy, Carlos, Izquierdo, Henry.	Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Análisis de la gestión del mantenimiento en las MYPES de la ciudad de Guayana aplicando PHVA.	Se obtuvo 57% de calificación de cumplimiento, es decir las MYPES no utilizan el RCM en sus empresas, algunos de forma incipiente. Sólo el 50% de entrevistados tiene personal de mantenimiento contratado, el otro 50% no tiene personal con experiencia para realizar mantenimiento preventivo, por tanto tampoco existen programas de capacitación, lo cual en suma afecta en la gestión de la empresa para mejorar la competitividad.
3	Aplicación RCM	Scielo	Revista Ingeniería Mecánica	1815-5944	Universidad Politécnica de La Habana	República Dominicana	2016	Setiembre	19	3	Abierto	https://doi.org/10.18901/1815-5944.00141	Armando Díaz-Concepción, Leisis Villar-Ledol, Jesús Cabrera-Gómez, Antonio Salvador Gil-Henríquez II, Rafael Mata-Alonzoi, Alberto J. Rodríguez Piñero III, Universidad Politécnica de La Habana. Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento, CEIM, La Habana, Cuba II. Empresa de	Díaz Concepción, Armando Villar Ledo, Leisis Cabrera Gómez, Jesús	Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica	Aplicación de encuestas en una empresa de transmisión eléctrica para ver si es conveniente implementar RCM bajo la filosofía de gestión de mantenimiento.	Es posible implementar RCM, más aún cuando la empresa se encuentra preparada para este tipo de implementación, con resultados de 92%, 72%
4	Aplicación RCM	Scielo	Revista Información Tecnológica	0718-0764	Universidad Alfonso Barrantes Laraña de Pinar del Río, Saneier, Colombia	Colombia	2017	Agosto	28	4	Abierto	https://doi.org/10.15446/infotec.2017.28.4.1	Maira C. Gasca(1), Luis L. Camargo(2) y Byron Medina(3) (1) Universidad Antonio Nariño, Research in Energy and Materials, REM, Avenida Libertador Calle 14 No. 13-55, Santa Marta, Colombia. (e-mail: magasca@uan.edu.co). (2) Universidad de Magdalena, Grupo de Investigación en Desarrollo Electrónico y Aplicaciones Móviles,	Gasca, María C. Camargo, Luis L. Medina, Byron	Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial	Jerarquizar los activos existentes a través de un análisis de criticidad en función de su operación, producción, frecuencia, costo y tiempo de reparación de las fallas y el impacto en la seguridad y salud del trabajador.	Se identificó el equipo que más afecta en la producción en caso de existir una parada de máquina, siendo éste la extrusora, la identificación de este equipo como crítico llevó a enfocar mayores esfuerzos y recursos de mantenimiento mejorando así su confiabilidad operacional.
5	Aplicación RCM	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1701	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2007	Diciembre	12	37	Abierto	http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5481160028	Montilla M., Carlos A.; Arroyave, Juan Felipe; Silva M., Carlos Eduardo. Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. Scientia Et Technica, vol. XIII, núm. 37, diciembre, 2007, pp. 273-278. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia	Montilla M., Carlos A. Arroyave, Juan Felipe Silva M., Carlos Eduardo	Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo.	AMEF	Se logró la reducción del (Carga del trabajo de mantenimiento) CTM con la aplicación del RCM, lo cual a su vez permitió que el personal pueda atender mayor cantidad de equipos sin afectar la disponibilidad de los mismos.
6	RCM Disponibilidad equipos	Redalyc	Scientia Et Technica	ISSN: 0122-1702	Universidad Tecnológica de Pereira Colombia	Colombia	2006	Mayo	12	30	Abierto	http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5481160028	MESA GRAJALES, DAIRO H.; ORTIZ SÁNCHEZ, YESID; PINZÓN, MANUEL. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia Et Technica, vol. XII, núm. 30, mayo, 2006, pp. 155-160. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia	MESA GRAJALES, DAIRO H.; ORTIZ SÁNCHEZ, YESID; PINZÓN, MANUEL	La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Describir la importancia de las herramientas de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.	Se logra explicar los conceptos y las aplicaciones de los términos descritos en metodología para una buena administración del mantenimiento de equipos.
7	RCM Disponibilidad equipos	3C Tecnología	Google Académico	ISSN: 2254-4143	3C Tecnología		2016	Septiembre	5	3	Abierto	http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75	Cárcel Carrasco, F.J. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(3), 68-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75/>	Cárcel Carrasco, F.J.	Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento.	TPM, RCM	Tanto el mantenimiento productivo total (TPM), como el basado en la fiabilidad (RCM), requieren una gran implicación de toda la organización de mantenimiento, y de todos los órganos de la empresa, en especial los servicios de producción. Ambos requieren una gran dosis de gestión de la información y del conocimiento, que articule toda la experiencia e
8	RCM Disponibilidad equipos	Universidad Alas Peruanas	Google Académico	S/ISSN	Universidad Alas Peruanas	Perú	2016	Junio	19	1	Abierto	https://doi.org/10.15446/infotec.2017.28.4.1	Manuel Zegarra. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index . Recibido 20 de enero, 2016 - Aceptado 15 de abril, 2016.	Zegarra, Manuel.	Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados	Indicadores de gestión a través del cálculo de la vida útil de máquinas.	Los indicadores de mantenimiento ayudan al usuario que gestiona el mantenimiento a tomar las mejores decisiones en el mismo, de acuerdo a las variaciones existentes en el proceso. Los indicadores de gestión no caminan por sí solos, por tanto se requiere del análisis para la toma de decisiones, por ello es administrado por el jefe de área.
9	RCM Disponibilidad equipos	Google Académico	Google Académico	S/ISSN	Empresa: Consorcio Ambiental del Plata – Teyma Uruguay	Uruguay	2005	Abril	S/V	S/N	Abierto	https://www.uruguay.gov.uy/revistas/pubs/revista_mantenimiento_proactivo_1/Serie_maquinas_pesada	Carolina Altmann altmann@adinet.com.uy Empresa: Consorcio Ambiental del Plata – Teyma Cargo: Encargada de Mantenimiento Veracerto 3180. Local 2. Montevideo – Uruguay. El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. 1er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de	Carolina Altmann	El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada.	Uso de tablas y gráficos de control para evaluar el problema de fallo y dar la mejor propuesta de mejora.	Mejora la confiabilidad, la seguridad, la disponibilidad a su vez que se disminuyen los costos diversos de mantenimiento en general.
10	Mantenimiento	Scielo	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	S/ISSN	Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	Cuba	2013	Junio	22	2	Abierto	https://doi.org/10.27473/revista.2013.22.2.1	Emilio Rodríguez Pérez; Carlos Manuel Bonet Borjas; Llyen Pérez Quiñones. Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN -1010-2760, RNPS-0111, Vol. 22, No. 2 (abril-	Emilio Rodríguez Pérez Carlos Manuel Bonet Borjas Llyen Pérez Quiñones	Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga.	Mantenimiento preventivo, predictivo, alterno, Clasificación ABC.	Ahorro de 246 CUC por cada cuba y por todo el parque se ahorra: 16 728 CUC.

Fuente: Varios
Elaboración propia

