

Metodología para el diagnóstico de la gestión de lubricación y lubricantes en una empresa

Methodology for the Diagnosis of Lubrication and Lubricants Management in an Enterprise

Francisco Martínez-Pérez^{I*} and Ariel Tamayo-Canales^{II}

^IUniversidad Tecnológica de La Habana, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba.

^{II}BIOCUBAFARMA, Boyeros, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: Francisco Martínez Pérez, e-mail: fmartinezperez2013@gmail.com

RESUMEN: La presente investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la gestión de la lubricación y lubricantes en una empresa de La Habana, Cuba. Se basó en la herramienta propuesta y validada del Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento CEIM para evaluar el estado de dicha gestión. Para ello se emplearon técnicas propias del campo de la investigación como son: la búsqueda bibliográfica, revisión de documentos, grupo de expertos, etc. La herramienta permitió identificar las deficiencias en la gestión de la lubricación y los lubricantes, arrojando un número de estrategias que contribuyan al aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los activos fijos tangibles, así como la disminución del consumo de energía eléctrica, lubricantes y piezas de repuesto.

Palabras clave: búsqueda bibliográfica, mantenimiento, revisión de documentos, grupo de expertos.

ABSTRACT: The objective of this research was to carry out a diagnosis of the management of lubrication and lubricants in a company in Havana, Cuba. It was based on the tool proposed and validated by the Center for Maintenance Engineering Studies CEIM to evaluate the status of said management. For this purpose, techniques specific to the field of research were used, such as: bibliographic search, document review, group of experts, etc. The tool allowed to identify the deficiencies in the management of lubrication and lubricants, providing a number of strategies that contribute to increasing the reliability and availability of tangible fixed assets, as well as reducing the consumption of electric energy, lubricants and spare parts.

Keywords: Bibliographic Search, Maintenance, Document Review, Group of Experts.

INTRODUCCIÓN

La adecuada gestión del proceso de mantenimiento asegura el cumplimiento del objeto social de las empresas, por lo que constituye uno de los factores fundamentales para garantizar que los costos de las reparaciones sean reducidos paulatinamente; sin afectar la calidad de las mismas ni la confiabilidad del equipo.

Como parte del mantenimiento de los equipos la gestión de la lubricación permite garantizar la reducción de la fricción, el desgaste de las superficies, las fallas por lubricación, disminuir el consumo de energía y tributar al aumento de la seguridad de los trabajadores. Actualmente tiene total vigencia el estudio realizado por el Instituto Jost, que estima que las pérdidas por la gestión ineficaz de la lubricación constituyen el 1.60% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial ([Deus et al., 2022](#); [García et al., 2023](#)).

El costo de la actividad de lubricación es un 3% del costo de la actividad de mantenimiento, sin embargo, el 80% de los fallos, pueden ser vinculados a una deficiente lubricación. Para revertir esta situación es importante realizar estudios de forma integral sobre el despliegue de la gestión de la lubricación y lubricantes.

Un aspecto importante para obtener este fin es lograr una estabilidad en la función mantenimiento de las empresas y en el caso que nos ocupa es vital para el desarrollo de las empresas farmacéuticas, cuyas producciones, en general, abarcan alrededor de 25 tipos de medicamentos, destinados al consumo nacional y a la exportación.

El país ha situado en primer plano el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las instancias, con una visión que asegure lograr a corto y mediano plazos los objetivos del Plan de Desarrollo Económico Social (PCC, 2016).

Recibido: 20/03/2024

Aceptado: 28/12/2024

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** F. Martínez. **Data curation:** F. Martínez. **Formal analysis:** F. Martínez. **Investigation:** F. Martínez, A. Tamayo. **Methodology:** F. Martínez. **Supervision:** F. Martínez, A. Tamayo. **Validation:** F. Martínez, A. Tamayo. **Writing-original draft:** F. Martínez, A. Tamayo. **Writing-review & editing:** F. Martínez, A. Tamayo.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Hoy en la práctica, en muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, a través de la implementación de filosofías o sistemas de organización factibles a su contexto de desempeño (Mora, 2006).

Desde la década de los 80, las organizaciones son vistas como una cadena de proceso tecnológico. El CEIM ha investigado las buenas prácticas de lubricación de los países desarrollados, así como las prácticas realizadas en diferentes empresas del país (Díaz, 2011; Rodríguez, 2017).

Esto ha traído como consecuencia que las organizaciones pertenecientes a las empresas de Biocubafarma se han interesado en adoptar estrategias convenientes para mantenerse a la vanguardia en las tendencias del desarrollo mundial garantizando su éxito organizacional.

DESARROLLO

Fundamentación teórica

Metodología

Los Lubricantes

Los lubricantes son sustancias que facilitan el deslizamiento y disminuyen, por tanto, el rozamiento entre partes de piezas de máquinas o mecanismos en movimiento relativo (Marais *et al.*, 2013; Rodríguez, 2021). El lubricante es el “tercer cuerpo” entre dos superficies de fricción con la finalidad de reducir la fricción y el desgaste, transferir el calor que se genera, y arrastrar las partículas de desgaste que surgen en el proceso. El tercer cuerpo, o sea el lubricante, puede ser sólido, líquido o gaseoso (Balliache, 2015; Martínez, 2017; Hernández, 2020).

Los aditivos son compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o suspendidos en el aceite base con la función fundamental de impartir nuevas propiedades a los aceites básicos, mejorar propiedades ya existentes en estos, e inhibir propiedades indeseables.

En la práctica, el lubricante idóneo para una determinada aplicación se elige por las condiciones de funcionamiento y las misiones que deba cumplir, en otras palabras, según el tipo de superficie, carga, temperatura, sistema de lubricación y sustancias en contacto con el lubricante.

La lubricación

La lubricación es uno de los aspectos vitales del mantenimiento para lograr un funcionamiento eficiente. Se trata de un campo con un gran potencial para el ahorro de costos, el incremento de la vida útil y una producción más eficaz (Tecniker, 2014). Una adecuada lubricación permite un funcionamiento continuo y suave de los equipos mecánicos, con un ligero desgaste. Cuando falla la lubricación, los metales y otros materiales pueden rozar y destruirse unos a los otros, causando daños irreparables, pérdida de material, calor y fallo (Salazar *et al.*, 2015).

Se dice que es una lubricación eficiente aquella donde se aplique el lubricante adecuado, cumpliendo de manera correcta todas las acciones necesarias que contribuyan a la obtención del resultado deseado, estas son: cantidad requerida, lugar idóneo y del personal que llevará a cabo las actividades, entre otras (Chávez, 2014).

Gestión de lubricación y lubricantes

Las actividades de gestión de la lubricación Es un proceso complejo y la aplicación de las mejores prácticas son tareas impostergables en el contexto actual, ya que el empleo de las tecnologías modernas en la selección, aplicación, análisis de lubricante y en general en todo el proceso de lubricación permite incrementar la eficiencia, obtener importantes ahorros de portadores energéticos y de recursos financieros destinados al mantenimiento (Ramírez, 2012). Esto garantiza una mayor disponibilidad del equipamiento tecnológico.

Es muy frecuente ver que en algunos departamentos de mantenimiento no se obtiene el rendimiento esperado de sus lubricantes, y esto no se debe a que se compra un lubricante de baja calidad, sino a que no se hace una buena práctica en la aplicación y mantenimiento de sus condiciones en la máquina (Gamez, 2015).

Estudios desarrollados en diferentes partes del mundo y avalados por la STLE (Asociación de Tribólogos e Ingenieros en Lubricación por sus siglas en inglés), establecen que más del 50 % del desgaste de rodamientos (baleros y chumaceras) son causados por una lubricación ineficiente, el 80 % del desgaste es causado por la contaminación de los lubricantes y que el 30 % de los lubricantes son cambiados cuando aún pueden seguir trabajando (Torriente, 2016).

Características de la lubricación y lubricantes en las empresas biofarmacéutica

En la industria biofarmacéutica la lubricación tiene características muy específicas porque los sistemas no pueden contaminar las materias primas utilizadas en la fabricación de los medicamentos y las paradas imprevistas en los activos que se producen por los fallos en los sistemas de lubricación afecta considerablemente el cumplimiento de los planes productivos y la calidad del producto final.

Existen diferentes máquinas que son de uso común en la industria farmacéutica que disponen de piezas móviles, las cuales requieren una lubricación periódica. Algunos ejemplos son el molino coloidal, la máquina de recubrimiento, la prensa para tabletas, la máquina envasadora y el mezclador/granulador. Uno de los problemas más comunes es que los lubricantes pueden filtrarse y podrían entrar en contacto con el producto, causando una contaminación. En ambientes estériles, el lubricante puede ser una fuente de contaminación microbiana, y si este lubricante se infiltra en el producto existe una probabilidad alta de que pondrá en riesgo tanto la calidad como su eficiencia.

Con el propósito de evitar poner en riesgo los productos farmacéuticos, los lubricantes usados en la maquinaria deben cumplir con la normativa reguladora necesaria; únicamente se permite el uso de aceites lubricantes aptos para contacto con alimentos y debe disponer del certificado ISO 21469. Los fabricantes también están obligados a que sus productos pasen por el registro de la National Sanitation Foundation (NSF) H1. La categoría H1 es una de las tres categorías existentes de lubricantes, además se utilizan los lubricantes con clasificación H2 para las piezas que no están expuestas al producto.

El certificado ISO 21469 exige que los fabricantes de lubricantes desarrollen una estrategia de higiene y que consideren los peligros químicos, físicos y biológicos en el contexto del uso final de los lubricantes.

Herramientas a implementar en la investigación

El proceso de gestión del mantenimiento tiene herramientas poderosas e importantes para la investigación que ayudan a decidir qué acción tomar ante una situación dada ya que auxilian en gran medida la toma de decisiones del personal de mantenimiento y que de cumplirse dentro de los índices establecidos se puede plantear casi categóricamente que la gestión de lubricación y lubricantes tiene todas las posibilidades de tener el éxito deseado dentro del sistema integral de una industria.

Selección del grupo de expertos

La mayoría de las herramientas de análisis y comparación requieren del criterio de “expertos” para que sean desarrolladas con plenitud. Dado el uso de estas herramientas en la investigación se hace necesaria la selección de un grupo de expertos para argumentarlas.

Este método permite consultar un conjunto de expertos para validar la propuesta sustentada en sus conocimientos, investigaciones, experiencia, estudios bibliográficos, etc. ([Hurtado, 2012](#); [Cabredo, 2014](#))

El nivel de competencia de los expertos es evaluado mediante el coeficiente de competencia (K), el cual se calcula de acuerdo con reglas establecidas; que fueron cumplidas en la presente investigación ([Martínez, 2017](#)).

Herramientas para la evaluación de la gestión de lubricación y lubricantes

La herramienta para diagnosticar la gestión de lubricación y lubricantes empleada en la investigación fue la diseñada y validada por profesores del Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento (CEIM). Es una herramienta que a diferencia de otras similares permite a un equipo natural de trabajo, de la organización, la autoevaluación de la gestión de lubricación y lubricantes con un enfoque concurrente empleando de forma integral las tecnologías de inspección y diagnóstico, lo que tributa a la mejora continua. Es una herramienta que permite de forma organizada y minuciosa abordar todos los aspectos que comprende la gestión de la lubricación, los lubricantes y recursos humanos asociados a esta. La herramienta posibilita localizar los sectores de mayores potencialidades para el cambio, lo que facilita realizar con posterioridad a su

sucesiva aplicación, un análisis comparativo que evidencie las tendencias de cambio y que constituya la base de la mejora continua.

Caracterización de la situación actual del mantenimiento

La actividad de mantenimiento es desempeñada por el Grupo de Mantenimiento subordinado a la Dirección no funcional de Ingeniería respondiendo esta última directamente al Director General.

El mantenimiento realizado es el preventivo planificado (MPP) y en mayor medida el reactivo no alcanzando el primero la efectividad deseada trayendo en consecuencia la necesidad de grandes inventarios de recursos en los almacenes para poder realizar las intervenciones. Aunque el personal de mantenimiento cuenta con algunos equipos de diagnóstico no se utilizan por lo que el mantenimiento basado en la condición es nulo.

El proceso de mantenimiento no se encuentra certificado y es considerado de apoyo dentro del Sistema de Gestión Integral de Calidad.

Las plantas productivas cuentan con un especialista de mantenimiento que centra la actividad con el apoyo de un mecánico y un eléctrico. La actividad de lubricación es realizada de forma compartida, la parte del equipamiento que tiene contacto directo con el producto es lubricada por el operario y la parte considerada sucia o que no tiene contacto con la materia prima y el material de envase es ejecutado por el mecánico.

El lubricante utilizado es comprado una parte al fabricante del equipamiento y la otra a Cuba Lub, encargándose de la logística la Dirección de Mercadotecnia.

La actividad de mantenimiento no cuenta con la plantilla cubierta ni tampoco con el capital humano capacitado en su totalidad para desarrollar satisfactoriamente las tareas propias del proceso.

El 98% de los componentes eléctricos y electrónicos y el 90% de las piezas de repuesto que se utilizan son importados debido a la imposibilidad de fabricación o compra en nuestro país por las características del equipamiento, situación que provoca atrasos en los planes de mantenimiento siendo una de las causas de roturas y fallos imprevistos.

La tercerización, en el caso de mantenimiento, tiene gran incidencia pues, en su mayoría, es realizada con empresas extranjeras.

Sus sistemas de control se consideran complejos, por lo que deben tener una elevada disponibilidad ya que cualquier falla o rotura implica una pérdida de materia prima y material de envase, así como los consiguientes riesgos medioambientales y humanos.

Debido a los costos tecnológicos, los equipos básicos son únicos (Preparación, Encapsuladora, Llenadora, Microdosificadora y Ballesteadora) y cuando fallan detienen el flujo tecnológico total; por lo que requieren de una alta seguridad operacional ya que son los que fundamentalmente provocan contaminación y afectaciones a los trabajadores por lo que están expuestos a rigurosos controles.

Herramienta para la evaluación de la gestión de lubricación y lubricantes

La herramienta para diagnosticar la gestión de lubricación y lubricantes empleada en la investigación fue la diseñada y validada por profesores del Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento (CEIM).

Definición de los componentes y subcomponentes de la herramienta

El método de evaluación que se propone es del tipo lista de chequeo llevado a cabo por una herramienta que cuenta con 3 componentes como se muestra en la [Figura 1](#), las cuales se definen a continuación:



FIGURA 1. Componentes de para la herramienta la evaluación de la gestión de lubricación y lubricantes ([Perdomo et al., 2019](#)).

La herramienta para evaluar el estado de la lubricación y los lubricantes tiene las siguientes características generales ([García et al., 2019](#)).

Variante de salida:

- Estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes, (pudiendo tomar valores en 5 niveles; 1, 2, 3, 4, 5).

Indicadores o componentes: 3.

- Gestión de los lubricantes.
- Gestión de la lubricación.
- Gestión de recursos humanos y capacitación.

Tabla 1. Dimensiones de la gestión de la lubricación y los lubricantes

Estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes		
Gestión de los lubricantes	Gestión de la lubricación	Gestión de los recursos humanos
Compra (2)	Estudio de lubricación (6)	Capacitación (3).
Recepción (4)	Métodos o sistemas de aplicación de lubricantes (4).	Seguridad y salud (2).
Control de la calidad (4)	Optimización (3)	
Almacenamiento (11)	Filtración y control de fugas (4)	
Uso y manejo de los lubricantes usados (2)	Limpieza (2)	
	Tecnologías de Inspección y diagnóstico (6).	
	Análisis de aceite (5)	
	Reingeniería (4)	

Dimensiones o subcomponentes: 15.

Elementos a evaluar: 60.

Estos elementos fueron definidos y aprobados por el grupo de expertos a partir de una lista de chequeo mostrado. En la [Tabla 1](#) se muestra las dimensiones de la gestión de la lubricación y los lubricantes.

A continuación, se explican cada elemento.

Gestión de lubricantes: Es el proceso de planificación, control, ejecución e implementación de mejora continua, para la selección, compra, almacenamiento, manipulación y distribución de los lubricantes.

Gestión de lubricación: Es el proceso de planificación, ejecución, control y mejora continua la lubricación, considerando los sistemas de calidad, seguridad, medio ambiente y eficiencia energética enfocado a sus activos físicos en un contexto operacional específico.

Gestión de los Recursos Humanos para la Lubricación: se refiere a la gestión de los recursos humanos vinculados a la actividad de lubricación, la motivación y reconocimiento, la capacitación del personal, certificación y seguridad del mismo.

Gestión de lubricantes. Subcomponentes:

- Compra de lubricantes:** garantizar que los lubricantes que se adquieren cubran la demanda, la persona encargada de la planificación en cuanto a volúmenes de lubricante que se debe comprar, lo hace tomando como criterios: volumen de producción, estudio de lubricación, y cobertura mínima establecida. ([Milton, 2012](#); [Gamez, 2015](#)).
- Recepción de lubricantes:** contar con dispositivos adecuados para desembarcar el lubricante, revisar que los tanques o bidones no tengan deterioro (herrumbre y otros) alrededor del sello al momento de recibirlos. ([ICONTEC., 2000](#); [Milton, 2012](#); [Gamez, 2015](#)).

Control de la calidad del lubricante:

- Verificar que la factura y el producto recibido coincidan que cumplan con las especificaciones

<p>de calidad pactadas con el suministrador o viene acompañado por un certificado de control de calidad del lote.</p> <p>II. Se debe controlar que el lubricante recibido cumpla con las especificaciones de calidad pactadas con el suministrador. (ACP, 2006).</p> <p>III. Garantizar que los tanques o bidones y otros contenedores de lubricantes se encuentran debidamente organizados dentro del almacén con las condiciones requeridas de protección, con sus respectivas válvulas o llaves de salida y tengan instalados filtros de humedad y de partículas (Piloto, 2022).</p> <p>IV. Controlar que el aceite usado llegue a su destino final; que el depósito de lubricante usado este pintado, identificado y limpio exteriormente, separado y etiquetado para que no se confunda con los demás.</p>	<p>TABLA 2. Criterio de evaluación de la gestión de lubricación y lubricantes</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Criterio</th><th style="text-align: center;">Rango de evaluación</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">Excelente</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 a 4.9</td><td style="text-align: center;">Muy buena</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 a 3.9</td><td style="text-align: center;">Buena</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 a 2.9</td><td style="text-align: center;">Regular</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 a 1.9</td><td style="text-align: center;">Mal</td></tr> </tbody> </table> <p>determinaron de manera general los criterios evaluativos en 5 niveles.</p> <p>Aplicación de la herramienta. Resultados obtenidos. Análisis y discusión</p> <p><i>Aplicación de la herramienta de diagnóstico</i></p> <p>Con el objetivo de obtener un diagnóstico de la gestión se entrega a cada experto la lista de chequeo de la herramienta cuyos resultados se muestran a continuación en la Tabla 3.</p> <p>Al aplicar la lista de chequeo se obtuvo como calificación un promedio total de 2,1 puntos equivalente al 42% del total, resultando una calificación de regular para la gestión de lubricación y lubricantes.</p> <p>A continuación, en la Fig. 2 se muestra el Gráfico Polar de los resultados de esta herramienta.</p> <p>Con los resultados anteriores se hace un análisis de cada componente por separado, en el caso de la componente de gestión de lubricante en la Fig. 3 se muestran los valores de cada subcomponente.</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados mostrados se concluyó que la evaluación de la componente fue de regular porque alcanzó 2,6 puntos equivalente al 52% del valor total, evidenciándose los mayores problemas en los subcomponentes compra de lubricantes con 1 punto, control de la calidad del lubricante con 2 puntos y uso y manejo de los lubricantes usados con 1 punto.</p> <p>Con relación a la componente gestión de lubricación se muestran en la Figura 4 los resultados obtenidos.</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados mostrados se concluyó que esta componente es la de mayor influencia dentro de la evaluación general de la gestión ya que obtuvo un valor de 1,8 puntos equivalente al 36% del valor total y calificación de mal.</p> <p>Los subcomponentes donde se concentran las mayores dificultades son: estudio de lubricación con 1,3 puntos, limpieza con 1 punto, tecnologías de inspección y diagnóstico integral con 1,6 puntos, análisis de aceite 1 punto y reingeniería 1 punto.</p> <p>Los resultados obtenidos en la componente recursos humanos se muestran en la Figura 5.</p> <p>En la anterior componente la evaluación general es de regular con 2,6 puntos equivalente al 52%, similar a la componente de gestión de los lubricantes, evidenciándose los mayores problemas en el subcomponente de capacitación con 1 punto.</p>	Criterio	Rango de evaluación	5	Excelente	4 a 4.9	Muy buena	3 a 3.9	Buena	2 a 2.9	Regular	1 a 1.9	Mal
Criterio	Rango de evaluación												
5	Excelente												
4 a 4.9	Muy buena												
3 a 3.9	Buena												
2 a 2.9	Regular												
1 a 1.9	Mal												

TABLA 3. Resultados de la lista de chequeo de la herramienta de diagnóstico

Evaluación	Componentes	5	4	3	2	1
1. Gestión de lubricantes						
Compra de lubricantes						
1. ¿Se garantiza que los lubricantes que se compran, dan cobertura a su demanda?						1
2. ¿La persona encargada de la planificación en cuanto a volúmenes de lubricante que se debe comprar, lo hace tomando como criterios los siguientes: Volumen de producción, estudio de lubricación, y cobertura mínima establecida etc.?						1
Recepción de lubricantes						
3. ¿Existen dispositivos adecuados para desembarcar el lubricante?					3	
4. ¿Se verifica que los tanques o bidones no tengan deterioro (herrumbre y otros) alrededor del sello al momento de recibirlos?				4		
5. ¿Se controla que los tanques y otros envases no reciban ningún daño al momento del desembarque?				4		
Control de la calidad del lubricante						
6. ¿Se verifica que la factura y el producto recibido coincidan?					5	
7. ¿Se verifica que el lubricante recibido cumpla con las especificaciones de calidad pactadas con el suministrador?						1
8. ¿El lubricante viene acompañado por un certificado de control de calidad del lote?						1
9. ¿Existe un consecutivo con los certificados de concordancia del producto recibido?						1
Almacenamiento						
10. ¿Los tanques o bidones, y otros contenedores de lubricantes se encuentran debidamente organizados dentro del almacén?					4	
11. ¿Los tanques o bidones (en uso), están montados sobre estantes con sus respectivas válvulas o llaves de salida?						2
12. ¿Los lubricantes se encuentran protegidos libres de posible contaminación (tierra, lluvia, calor.)?				4		
13. ¿Se verifica la existencia de todos los lubricantes y grasas recomendadas en el estudio de lubricación?						1
14. ¿Se verifica que las tarjetas de inventario estén actualizadas?					5	
15. ¿Existe un sistema de identificación de los lubricantes según tipo y marca?						1
16. ¿Se controla la limpieza exterior de todos los contenedores de lubricante?					5	
17. ¿Se verifica la existencia de dispositivos para el control de fugas tales como: bandejas anti goteo bajo las válvulas de salida?						1
18. ¿Existen extintores o sistemas de supresión de incendios en el lugar donde se almacenan los lubricantes?				5		
19. ¿Los pisos son limpios y seguros?				5		
Uso y manejo de los lubricantes usados						
20. ¿Se verifica que el aceite usado llegue a su destino final (procesadora de lubricantes, uso en otras labores, etc.)?						1
21. ¿Se controla que el depósito de lubricante usado este pintado, identificado y limpio exteriormente?						1
2. Gestión de lubricación						
Estudio de Lubricación						
22. ¿Existe el estudio de lubricación que es realizado por una persona capacitada?						1
23. ¿El estudio de lubricación se encuentra actualizado en cuanto a los equipos?						1
24. ¿El estudio de lubricación se encuentra actualizado en cuanto a los resultados de estudios para la mejora realizados en la planta, sistemáticamente?						1
25. ¿El estudio de lubricación se encuentra actualizado en cuanto al uso de lubricantes de mejores prestaciones?						1
26. ¿El estudio de lubricación se utiliza en todas las tareas de lubricación?						1
27. ¿Existen en la entidad los planes de lubricación que permitan un mejor control en las tareas de lubricación?					3	
Métodos o sistemas de aplicación de lubricantes						
28. ¿Se controla que las bombas, alcuzas, embudos, etc. son adecuados y están protegidos del polvo y la humedad?				4		
29. ¿Se controla que cada lubricante o grasa, tenga como mínimo un medio de lubricación?						1
30. ¿Los medios de lubricación están debidamente identificados, de acuerdo al tipo y marca de lubricante?						1
31. ¿Se hace uso de sistemas de lubricación apropiados en a cada aplicación?				4		
Optimización de los lubricantes						
32. ¿Se selecciona el lubricante para cada aplicación con base a los requerimientos del fabricante del equipo (Tipo, viscosidad y cantidad) y condiciones operacionales?					3	
33. ¿Se hace uso de lubricantes más eficientes que permiten ahorros de energía y combustible?						1
34. ¿Se controla que en cada punto de lubricación llegue la cantidad de lubricante adecuada y en las condiciones requeridas?					3	
Filtración y control de fugas						
35. ¿Los filtros utilizados son de calidad certificada?					4	
36. ¿Los filtros cumplen con la eficiencia (beta) recomendada por el fabricante del equipo?					4	
37. ¿Hay filtros deshumidificadores y de partículas en cada respiradero de reductores, tanques hidráulicos y otros componentes que lo requieran?						2
38. ¿Hay pérdidas de aceite lubricante por mangueras, retenes, codos, etc.?					4	

Evaluación	Componentes				
	5	4	3	2	1
Limpieza					
39. ¿Se tiene conocimiento de las normas de limpieza ISO 4406?					1
40. ¿Se aplican y se cumplen las normas de limpieza?					1
Tecnologías de Inspección y Diagnóstico (integral)					
41. ¿Se hace uso de tecnología de medición de temperatura?					1
42. ¿Se hace uso de tecnología de medición de sonido?					1
43. ¿Se cuenta con tecnología que permite realizar diagnóstico a partir del análisis de aceites?					1
44. ¿Se controla periódicamente el consumo de combustible y energía?	5				
45. Se cuenta con tecnología que permite hacer análisis de vibraciones?					1
46. ¿Se integran técnicas de diagnóstico a los activos en la gestión de lubricación?					1
Análisis de aceite					
47. Se conoce el procedimiento de muestreo?					1
48. ¿Existe un programa de Análisis de aceite a los equipos más críticos en la planta?					1
49. ¿Existe instalados en los equipos una cantidad adecuada de puntos de muestreo?					1
50. ¿Los resultados de los análisis de aceite, se usan para implementar mejoras al programa de lubricación?					1
51. ¿Se conocen los parámetros condensatorios propios de cada lubricante sometido al análisis?					1
Reingeniería					
52. ¿En aquellos puntos de lubricación de difícil acceso, se hacen modificaciones a los equipos para hacerlos accesibles?					1
53. ¿Se hacen modificaciones a los equipo en base a los resultados que se obtienen en los análisis de aceite o mediante el uso de otras técnicas de diagnóstico?					1
54. ¿Se realizan acciones en los equipos de manera que se instalen dispositivos que permitan mejorar o mantener la salud del lubricante?					1
55. ¿Se realiza estudios con el fin de implementar un sistema de lubricación más confiable?					1
3. Recursos Humanos					
Capacitación					
56. ¿Se realiza el Diagnóstico de las necesidades de capacitación?					1
57. ¿Se realiza el Diseño del Plan de Capacitación?					1
58. ¿Se Certifican de los conocimientos del personal capacitado?					1
Seguridad					
59. ¿Se identificación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores?	5				
60. ¿Se cumplen las normas de seguridad y salud?	5				

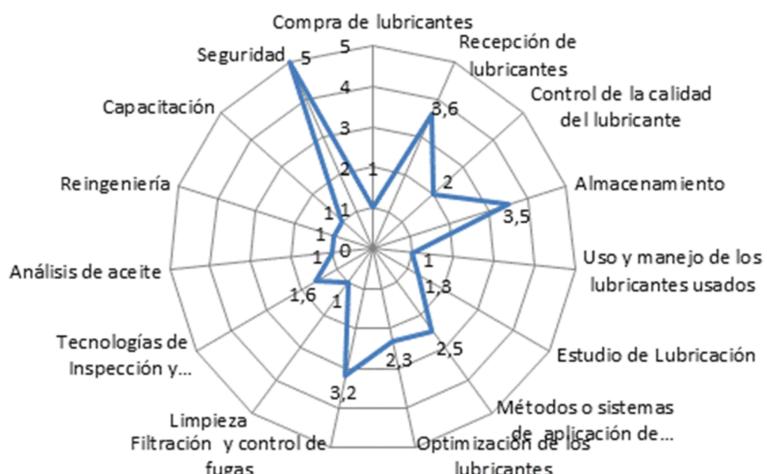


FIGURA 2. Comportamiento de la gestión de lubricación y lubricantes.

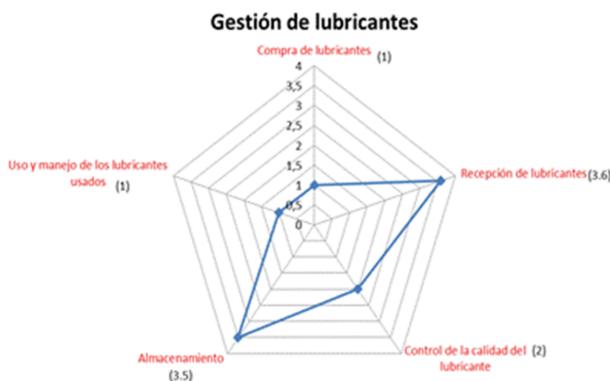


FIGURA 3. Comportamiento de la gestión de lubricantes. Subcomponentes

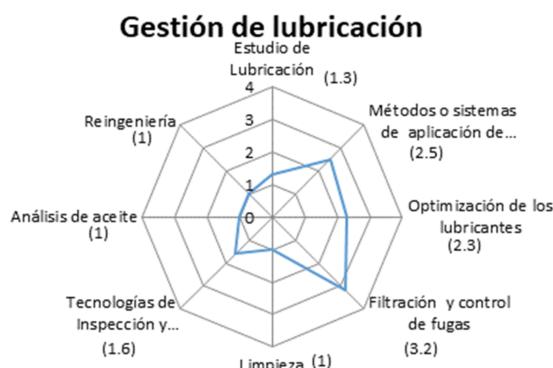


FIGURA 4. Comportamiento de la gestión de lubricación

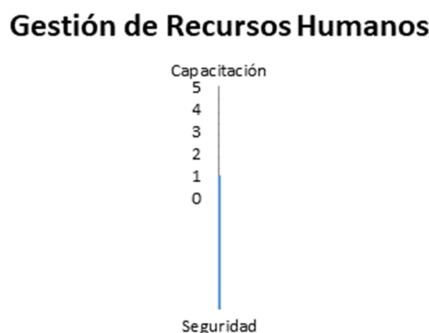


FIGURA 5. Comportamiento de la gestión de recursos humanos.

Propuesta de mejoras:

1. Capacitar a todo el personal vinculado a la actividad de lubricación (especialistas, técnicos, mecánicos, etc.).
2. Certificar periódicamente los conocimientos del personal vinculado a la actividad de lubricación.
3. Contratar el servicio de una persona o centro especializado que realice un estudio de lubricación al 100% de los equipos.
4. Realizar e implementar un procedimiento de muestreo de aceite a los equipos.
5. Emplear de forma integrada las técnicas de diagnóstico a los activos para el mejoramiento de la gestión de lubricación, e identificación temprana de la causa raíz que pueda generar un problema.

6. Realizar estudios con el fin de implementar un sistema de lubricación más confiable.
7. Realizar modificaciones a los equipos que presentan puntos de lubricación de difícil acceso con el objetivo de garantizar la correcta lubricación.

CONCLUSIONES

- Como resultado del trabajo de investigación se aplicó una herramienta estructurada en 3 grupos o componentes, que arrojó un diagnóstico de regular de la gestión de la lubricación y los lubricantes en la empresa estudiada, identificándose las deficiencias y posibilidades de mejoras.
- Una vez implementada la herramienta de diagnóstico se definen las deficiencias de la actividad y se proponen 7 recomendaciones para mejorar la gestión de la lubricación y los lubricantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACP: *Norma ambiental de manejo y utilización de aceites lubricantes y derivados de hidrocarburos*, Editado por: Patent, 2006.
- BALLIACHE, D.: *El problema y su delimitación, [en línea]*, Ed. Academia.edu, D Balliache ed., España, 2015, Disponible en: <https://prezi.com/gxhx3tvyygq4/el-problema-y-su-delimitacion>.
- CABRERO, A.J.I.M.: “Empleo del método delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación”, *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48: 16, 2014.
- CHÁVEZ, V.A.: *Evaluación de la Gestión de Lubricación en el Taller de Forja de la UEB Vanguardia Socialista*, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, La Habana, Cuba, 2014.
- DEUS, A.C.; GARCÍA, T.A.; ALFONSO, P.Y.; MIRANDA, A.M.A.; VARELA CANCINO, C.J.: “Diagnóstico del estado de la Gestión de Lubricación en Grupos Electrógenos Fuel Oil”, *Ingeniería Energética*, 43(2): 1-9, 2022, ISSN: 1815-5901.
- DÍAZ, Y.M.L., C.L.: “Indicadores para el ahorro de los portadores energéticos en la Empresa Eléctrica de Pinar del Río en función del desarrollo sostenible”, *Revista Científica Avances*, 13(3), 2011, ISSN: 1562-3297.
- GAMEZ, M.R.B.: *Diseño de herramienta para la evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes*, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento, Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, La Habana, Cuba, 2015.
- GARCÍA, T.A.E.; MUÑOZ, C.M.A.; DÍAZ, C.A.; GÁMEZ, H.B.; PENABAD, S.L.; TAMAYO, M.J.E.: “Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes”, *Ingeniería Mecánica*, 22(3): 121-126, 2019, ISSN: 1815-5944.

- GARCÍA, T.A.E.; PENABAD, S.L.; DEUS, A.C.; BARRERA, R.C.; GUILLÉN, G.J.: "Modelo para la gestión de la lubricación y los lubricantes en la industria", *Ingeniería Mecánica*, 26(3): 45-53, 2023, ISSN: 1815-5944.
- HERNÁNDEZ, S.R.: *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ed. McGraw-hill México, México D. F., publisher: McGraw-hill México, 2020.
- HURTADO, S.: "Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphi. Histodidáctica, web de la Universitat de Barcelona", 2012, Disponible en: <http://www.ub.edu/histodidactica/index.php>.
- ICONTEC.: *Sistemas de gestión de la calidad: requisitos*, Ed. Icontec, 2000.
- MARAIS, K.B.; RIVAS, J.; TETZLOFF, I.J.; CROSSLEY, W.A.: "Modeling the impact of maintenance on naval fleet total ownership cost", En: *2013 IEEE International Systems Conference (SysCon)*, Ed. IEEE, pp. 801-808, 2013, ISBN: 1-4673-3108-2.
- MARTÍNEZ, P.F.: *Mantenimiento Industrial. Conceptos y Aplicaciones*, Ed. Editora Minaz, Cuba, La Habana, Cuba, publisher: Editora Minaz, Cuba, 2017.
- MILTON, G.: *Propuesta de evaluación de la Gestión de Lubricación y Lubricantes de la Industria Cubana de Equipos Médicos (ICEM)*, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, La Habana, Cuba, 2012.
- MORA, G.A.: *Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicios*, La Habana, Cuba, 154 p., 2006, ISBN: 958-33-828-3.
- PCC: *Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016-2021*, Inst. Comité Central del PCC, La Habana, Cuba, 2016.
- PERDOMO, L.; PILOTO, N.; SÁNCHEZ, E.; RODRÍGUEZ, P.: "Propuesta de mejoras para la gestión de la lubricación y lubricantes en la Empresa Industriera Electrónica", *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(3): 46-52, 2019.
- PILOTO, L.N.: *Procedimiento para la mejora a la gestión de lubricación en la empresa eléctrica*, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Tesis en opción al título académico de Máster en Ingeniería y Gerencia de Mantenimiento, La Habana, Cuba, 2022.
- RAMÍREZ, C.L.C.G.T.: "Estudio de la Actividad de Lubricación para formular una propuesta de Gestión por Procesos", En: *Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, Palacio de las Convenciones de La Habana. 26 al 30 de noviembre, 2012., 2012.
- RODRÍGUEZ, J.L.F.: *Procedimiento para la evaluación del impacto de la introducción de una nueva tecnología de lubricación en la UEB Lisa*, Centro de Estudios e Ingeniería de Mantenimiento, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, Marianao, la Habana, Cuba, 2017.
- RODRÍGUEZ, M.D.: "Evaluación de la gestión ambiental de la Empresa Cubana de Lubricantes, Santiago de Cuba", *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 12: 208-231, 2021, ISSN: 2218-3639.
- SALAZAR, P.D.; BAIZABAL, F.G.; LÓPEZ, V.A.; FRANCO, A.L.; SÁNCHEZ, E.J.A.; GONZÁLEZ, G.L.; TORRES, H.J.: "El ciclo de evolución de los lubricantes", *ContactoS*, 97: 62-68, 2015.
- TECNIKER, I.: "El potencial oculto de la lubricación industrial", *IMHE: Información de máquinas-herramienta, equipos y accesorios*, (405): 52-53, 2014, ISSN: 0210-1777.
- TORRIENTE, C.R.A.: *Diagnóstico de la gestión de lubricación y lubricantes en la UEB Santa Amalia de la Empresa Provincial de Transporte de La Habana*, Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico, La Habana, Cuba, 2016.

Francisco Martínez-Pérez, Dr.C., Profesor Titular, Universidad Tecnológica de La Habana-CUJAE, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba.

Ariel Tamayo-Canales, Ing., BIOCUBAFARMA, Boyeros, La Habana, Cuba. e-mail: fmartinezperez2013@gmail.com
La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por el autor ni por el editor.