

La Importancia de las Tareas Básicas en el Mantenimiento de Equipos

Gerardo Arturo Vargas Cruz, gevaras1952@hotmail.com
Carrera 52B No.100-334 Barranquilla Cel: 3126230921

Resumen

Por estudios y encuestas realizadas entre asistentes a seminarios, por resultados de análisis de fallas y por experiencia y conocimiento de muchos expertos de mantenimiento, hay consenso en que los aspectos básicos de mantenimiento, son causas de gran cantidad de fallas y paradas de los equipos. La clasificación de estos aspectos básicos mostró varias categorías principales, tales como: Limpieza de los equipos, Procedimientos de Torque y Ajuste, y Procedimientos de Lubricación.

1. Introducción

En la actualidad, cuando se revisan los resultados de los proyectos de mejoramiento de disponibilidad, confiabilidad y desempeño de equipos y plantas, los planes generalmente conducen a mejorar algunos aspectos técnicos relacionados con temas de diagnóstico, manejo de equipos y herramientas especializadas, utilización de técnicas de mantenimiento predictivo y de monitoreo de condiciones, y principalmente, en los últimos años, utilización de Internet de las Cosas, Big Data, Inteligencia Artificial, Robótica, Mecanismos y Sensores Inteligentes, Automatización, Analítica Predictiva, etc., y no se tienen en cuenta aspectos básicos de mantenimiento, entre los cuales, por resultados de análisis de fallas y experiencia de muchos consultores de mantenimiento, hay consenso en que son las causas de gran cantidad de las fallas y

paradas de los equipos y de las fallas de los componentes.

En encuestas informales realizadas entre asistentes a seminarios sobre mantenimiento, se les preguntó acerca de los eventos que contribuían a las fallas de los equipos y que estaban relacionadas con el mantenimiento básico. La clasificación mostró varias categorías principales, tales como:

- Limpieza de equipos
- Procedimientos de torque y ajuste
- Procedimientos adecuados de lubricación

Se examinaron las fallas y los porcentajes que correspondían a cada categoría. Verificando estas tres categorías se ayudó a explicar y a confirmar porque es tan importante la realización de las llamadas “tareas básicas de mantenimiento” y suministrar entrenamiento específico sobre estas tareas a los encargados de efectuarlas.

Mediante algunos ejemplos, se muestra la importancia de estos tres aspectos en las actividades básicas de mantenimiento.

2. Limpieza de Equipos

Consideremos las razones generalmente citadas como justificación para mantener limpio un equipo:

- Realización de inspecciones con mayor facilidad.

- Más facilidad para suministrarle los servicios.
- Menos desgaste en las partes móviles.
- Menos contaminación de los productos procesados.
- Mejor moral de los empleados (al llegar a trabajar a un equipo limpio).
- Mejor impresión de los clientes.

Aunque estas razones son válidas, por otro lado tenemos las razones técnicas. Consideremos los componentes, como por ejemplo:

- Motores eléctricos
- Cajas de engranajes
- Los sistemas hidráulicos
- Los sistemas de aire acondicionado
- Computadores
- Sistemas electrónicos
- Todo tipo de conexiones eléctricas, etc.

Por qué se deben mantener limpios?

Una razón es la disipación de calor.

Si un motor eléctrico llega a estar sucio o contaminado, la superficie del motor puede aislarse, disminuyendo así su capacidad de disipación de calor y por lo tanto el motor funciona más caliente.

Los fabricantes de motores eléctricos producen curvas que muestran la correlación inversa entre la temperatura de operación del motor y su vida. A medida que la temperatura de operación del motor aumenta, la vida decrece.

Una regla general es que la vida de un motor disminuirá un 50% por cada 10°F que aumente la temperatura de operación, sobre la temperatura de diseño del aislamiento.

Lo que si es cierto es que el motor no fallará inmediatamente, sino que solo durará en servicio durante una parte de su vida normal estimada. Así que el descuido con la limpieza

de estos motores ocasionará fallas y gastos innecesarios de mantenimiento.

Otro ejemplo lo tenemos con las cajas de engranajes: si llegan a estar sucias, la disipación del calor disminuye. Si se está usando el lubricante sugerido por el fabricante, este ahora ya no lo es, debido a que los parámetros de operación son diferentes. La viscosidad será demasiado delgada y la caja de engranajes se desgastará rápidamente. La caja de engranajes no fallará inmediatamente, pero si fallará una vez cumplida una fracción de la vida esperada.

Consideremos los sistemas hidráulicos: los tanques son diseñados con suficiente área para disipar el calor generado durante la operación. Si el sucio o la contaminación se le pegan al tanque, el fluido hidráulico retiene calor. Por encima de 50°C o 55°C, dependiendo del fluido hidráulico y de sus aditivos, la vida del aceite es acortada en un 50% por varios grados de incremento de temperatura. A medida que la temperatura del aceite sigue aumentando, se forman barnices, los cuales pueden circular a través del sistema hidráulico y ocasionar el pegado de válvulas y otros componentes. De nuevo, la falla no es inmediata, pero si ocurre con el tiempo.

Lo mismo sucede con los enfriadores hidráulicos en los cuales, la suciedad y contaminación impregnada en su núcleo, impide que desempeñe su función apropiadamente, dando lugar a que el sistema trabaje con temperaturas por encima de sus rangos normales, ocasionando fallas prematuras de los componentes hidráulicos y otros sistemas del equipo.

Otra razón para mantener la limpieza de los equipos, es que la suciedad es una de las

principales causas de desgaste por fricción de los componentes, deteriorando el estado funcional de los equipos y acortando su vida esperada.

Estos son solo algunos de los muchos ejemplos con los cuales podemos ilustrar la importancia de mantener un equipo limpio.

Además de mantener los equipos limpios, es aún más importante identificar las causas de la suciedad y contaminación, tales como:

- Fugas de lubricante
- Fugas de agua
- Escapes de aire
- Entrada de polvo, etc,

Es necesario establecer las acciones correctivas para llevar y mantener los equipos en las condiciones necesarias y deseables, para que desempeñen adecuadamente sus funciones primarias y secundarias.

De las anteriores consideraciones, se reafirma la necesidad de que, en cualquier programa de entrenamiento básico en mantenimiento, se incluya el aspecto de la limpieza y la sensibilización acerca de su importancia en el buen desempeño de los equipos.

3. Lubricación Básica

En la práctica, qué tan a menudo es aplicado el correcto lubricante, en la cantidad adecuada, a la frecuencia correcta y con la herramienta apropiada?

En raras ocasiones.

Un gran porcentaje de fallas mecánicas (rodamientos, cojinetes, cadenas, engranajes y

en algunos casos correas) están relacionadas con lubricación.

Las dos razones que prevalecen para las fallas de los rodamientos de los motores eléctricos, son el sobre engrase y la mezcla inadvertida de grasas.

Típicamente, un técnico pone uno de estos lubricadores de alta potencia en un cojinete con soporte de pie (pillow block) y aplica el disparador. Ver figura 1.

En las manos de un técnico, no entrenado acerca de su uso, una pistola de grasa es un arma mortal para muchos equipos.



Fig. 1 - Cojinete con soporte de pie

Cómo sabe el técnico en qué momento el cojinete tiene suficiente lubricante? Cuando el lubricante sale por los sellos, es la respuesta más común. Pero esa es la respuesta errónea. La mayoría de los cojinetes con soporte de pie son fabricados para ser llenados solamente en un tercio, dejando el resto del espacio para la dispersión del calor.

En un rodamiento de bolas, demasiada grasa entre las bolas y las pistas hará que las bolas deslicen en vez de rodar, más pequeñas cantidades de aceite entre las superficies, y haciendo que las bolas empujen la grasa fuera

de su camino, incrementando las pérdidas por fricción. Ver figura 2.



Fig. 2 - Rodamientos fallados por sobreengrase

En un estudio basado en los análisis de modos de falla de 332 cajas de engranajes enviadas a reparar, se pudo identificar que:

- 63% de las fallas y reparaciones estaban relacionados con lubricación.
- 86% de las cajas de engranajes habían sido operadas a la falla.

En la figura 3 vemos partes de una de estas cajas de engranajes fallada.



Fig. 3 - Caja de engranajes con falla por falta de lubricación

En la figura 4 podemos observar un rodamiento fallado por falta de lubricación.



Fig. 4 - Rodamiento con falla por falta de grasa

La falla del rodamiento pudo darse porque:

- La grasa fluyó afuera de la carcasa del rodamiento, debido a que era incompatible, a que era equivocada, o por sobrecalentamiento.
- El rodamiento no fue llenado con la requerida cantidad de lubricante, en el proceso de su instalación.
- El rodamiento no fue re-engrasado con la cantidad apropiada y al intervalo debido.
- El aceite fue removido de la base de la grasa, debido al recalentamiento del rodamiento.

Cuántos lubricantes diferentes y de cuántas diferentes marcas hay en una empresa? Generalmente muchos, y eso también puede causar problemas. Cuando los lubricantes son mezclados se pueden crear alcaloides, ácidos, viscosidad baja, alta viscosidad, coagulación, y en otras palabras un desastre.

La contaminación del lubricante es otra causa de fallas de los equipos. El contaminante más común es el agua. Un contenido de agua de

solo 0.002% en un lubricante puede reducir la vida a la fatiga de un cojinete antifricción hasta en un 80%. Con esta pequeña cantidad de agua en un lubricante causando problemas, no deberían los técnicos poner atención a la lubricación cuando el equipo es lavado a vapor o en otras condiciones?

Los contaminantes pueden incluir polvo en el aire, suciedad o cualquier sustancia abrasiva que entre al cojinete.

Las principales fuentes de contaminantes son: herramientas sucias, áreas de trabajo contaminadas, suciedad en las manos, material extraño en el lubricante o en las soluciones utilizadas para limpieza.

En la figura 5 podemos observar un cojinete de motor Diésel que falló por material abrasivo (polvo), el cual ingresó por el sistema de admisión de aire, por defectos en el filtro de aire, que había colapsado por excesivo tiempo de uso.

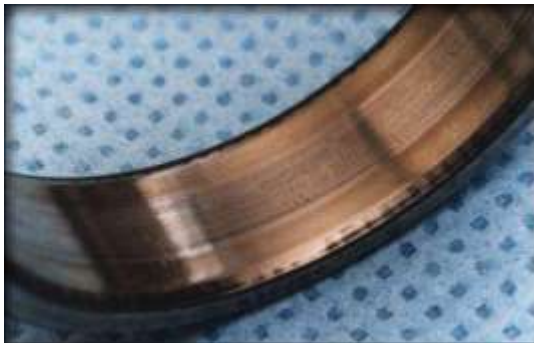


Fig. 5 - Desgaste abrasivo en cojinetes de motor

4. Procedimientos de Torque y Ajuste

Muchos técnicos de mantenimiento están familiarizados con el proceso de reconstruir motores. Uno de los pasos es instalar las culatas del motor, y parte de este proceso es el

asentamiento de las culatas en el bloque mediante los tornillos de culata. Este es un proceso crítico porque se sellan las cámaras de compresión y sus fluidos. Cuando se observa la instalación de los tornillos de culatas, ha visto usted a un mecánico calificado utilizando llaves ajustables, llaves fijas o llaves de tubo? Por supuesto que no. Un mecánico calificado usa una llave de torque para instalar los tornillos de culata.

Aunque este es un hecho básico de mantenimiento, es improbable que la mayoría de los tornillos de los equipos sean apretados con una llave de torque. En vez de esto, una llave de las mencionadas anteriormente puede estar siendo usada. El resultado es un tornillo incorrectamente instalado, que eventualmente trabaje flojo, vibre, se desgaste y finalmente falle, y todo debido a que lo básico fue ignorado.

Se debe tener en cuenta la especificación del tornillo que se está usando. Tornillos que son del mismo diámetro y físicamente iguales pueden requerir un torque diferente, dependiendo de su dureza y el material.

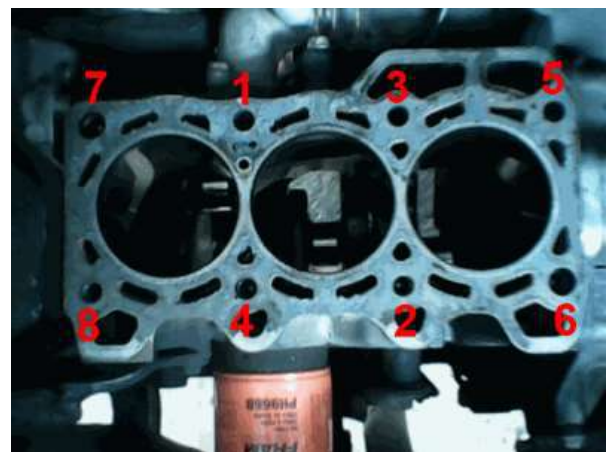


Fig. 6 - Orden de torqueo de tornillos de culata

Esta figura 6 ilustra la secuencia de ajuste de los pernos de una culata de un motor de tres cilindros.

Se indica que se empieza el ajuste desde el centro y en forma cruzada; luego se aplica la secuencia indicada en los pernos externos.

En la siguiente figura 7 podemos observar la cabeza de filtros de un motor MTU 4000. Pertenece a un camión Euclid-Hitachi EH5000 de 320 tons, el cual sufrió un conato de incendio debido a una fuga de aceite, como resultado de la falla de los tornillos que soportan la cabeza de filtros en el bloque. Se pudo comprobar que se instalaron tornillos que no correspondían y fallaron. El aceite fugado se dispersó por el efecto del ventilador del motor y el calor del área ocasionó la ignición del aceite.

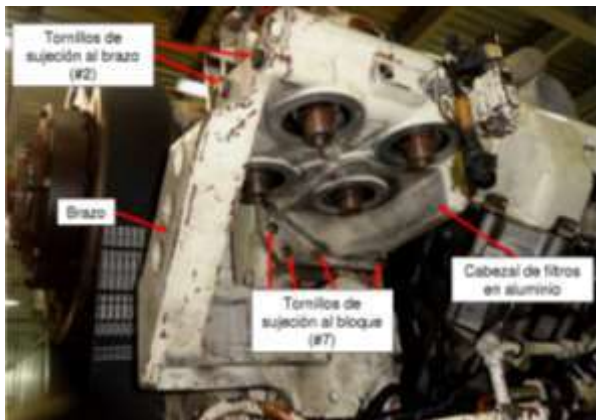


Fig. 7 - Cabezal de filtros con falla en tornillos

En la figura 8 se puede ver la especificación de torque para un tornillo M10 igual, pero de calidad o grado diferente.

Apriete mecánico	
8.8	10.9
M_A (Nm)	M_A (Nm)
40	57

Figura 8 - Especificaciones de torque

En la figura 9 vemos los dos tipos de tornillos mezclador. Los especificados de grado 10.9 y los incorrectos de grado 8.8.

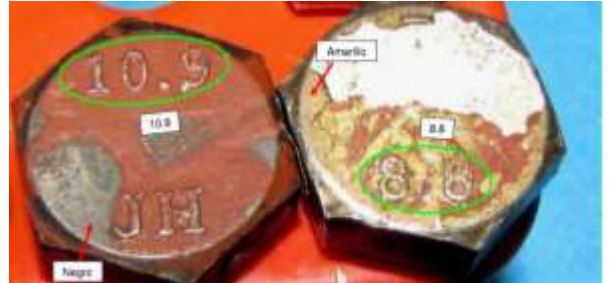


Fig. 9 - Tornillos de diferente grado

En la figura 10 podemos ver el camión afectado. Se dañaron elementos, tales como, partes del motor, la suspensión delantera izquierda, la parte inferior de la cabina del operador, la llanta #1.



Fig. 10 - Camión afectado por el conato

Cuántos mecánicos utilizan una tabla de torques, lo mismo que una llave de torque? Cuántos de ellos ponen atención a la dureza de los tornillos o al material para una aplicación específica?

En las figuras 11 y 12 podemos ver prácticas incorrectas de torque. En la 11 un técnico

golpea una llave para apretar la tuerca. Con este procedimiento nunca se sabrá el torque aplicado o si la tuerca quedó bien “apretada”.



Fig. 11 - Práctica de torque incorrecta

En la figura 12 varios técnicos tratan de aplicar la fuerza utilizando una llave y una palanca como extensión.



Fig. 12 - Práctica incorrecta de torque

Ejemplos diarios de fallas en equipos y componentes debido a tornillos instalados, sin el torque apropiado, o los tornillos incorrectos son:

- Llantas de los vehículos que se salen.
- Ventiladores de motor averiados debido al aflojamiento de los cubos de soporte de las poleas del ventilador.
- Bridas de tuberías sueltas.
- Suspensiones caídas.
- Fugas de aceite por bases de filtros flojas.

- Mangueras hidráulicas con fugas debido a bridas flojas.
- Fugas por la base de los filtros de aceite.

Para prevenir el deterioro de equipos, también es necesario mantener correctamente apretados los sistemas de sujeción como tuercas, tornillos, pernos, bridas, abrazaderas, etc.

Encontrar **conexiones eléctricas** flojas es frecuente y pueden ser fácilmente identificadas, lo mismo que corregidas cuando se tratan adecuadamente.

El secreto para hacer y mantener confiable las conexiones eléctricas se encuentra en dos elementos claves: asegurar la limpieza en las superficies de contacto y aplicar el torque correcto. En la figura 13 se puede ver la cantidad de conexiones que puede tener un tablero de control eléctrico.



Fig. 13 - Tablero de Control Eléctrico

5. **Mayor disponibilidad, pequeña inversión**

Solamente imagine los resultados que obtendría si pudiera evitar las paradas de su planta o facilidad, que tienen como causa raíz

las fallas por limpieza, el torqueo incorrecto y los procedimientos incorrectos de lubricación.

Sus números estarían de acuerdo con la encuesta que mostró, que casi el 50% de las paradas de los equipos, tienen una causa raíz en una de las tres áreas mencionadas.

Utilizando la disminución debido a las tareas básicas, se bajaría el número de paradas a la mitad?

Si es así, cuánto le costaría lograr estos resultados? No demasiado. Solamente los costos de entrenamiento y el tiempo utilizado por los técnicos para hacer las tareas correctas por la primera vez.

Si bien, la mayoría de las organizaciones no refuerzan lo básico de mantenimiento. Además, en algunas compañías, especialmente en aquellas en donde Operaciones desea asumir parte de lo básico de mantenimiento, probablemente la situación no mejorará.

El entrenamiento sobre lo básico, a todos los involucrados en mantenimiento, es crítico para progresar hacia la búsqueda de cero paradas por fallas.

6. Conclusión

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en esta presentación, podemos ratificar que las tareas o aspectos básicos de mantenimiento de los equipos, para poder cumplir con sus funciones son: *equipos muy limpios, correctamente lubricados y ajustados apropiadamente.*

Bibliografía

1. <https://www.autodaewoospark.com/secuencia-procedimiento-ajuste-pernos-cabezal-culata-cilindros.php>
2. Lubrication fundamentals; created and presented by Dr. Jian Ding, from Lubrisoft for BHP Billiton.
3. Análisis de Fallas realizado por Analista de Carbones del Cerrejón; mayo 2012.
4. Greased Rolling Bearings; Created and Presented by Dr. Jian Ding, from Lubrosoft for BHP Billiton.
5. Noha P. Bethel; [www.PdMAa.com;](http://www.pdma.com/pdfs/Articles/Analisis%20de%20Zonas%20de%20Falla.pdf) [http://www.pdma.com/pdfs/Articles/Analisis de Zonas de Falla.pdf](http://www.pdma.com/pdfs/Articles/Analisis%20de%20Zonas%20de%20Falla.pdf)
6. Grease-related Electric Motor Bearing Failures; Presented by Dr. Jian Ding, from Lubrosoft for BHP Billiton.
7. Experiencias personales durante mi vida laboral en el Departamento de Mantenimiento de Cabones del Cerrejón durante 32 años.

Gerardo Arturo Vargas Cruz

312-6230921 (5) 3014758

Carrera 52B No.100-334 Casa 8

Barranquilla

gevaras1952@hotmail.com

Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Colombia, 1977.

Auditor Interno ISO55001, Certificación PMM; Especialista en Ingeniería de Confiabilidad de Mantenimiento; Facilitador

RCM; Especialista en Administración de Contratos; Auditor Operacional.

Con 31 años de experiencia laboral en Carbones del Cerrejón en las áreas de Ingeniería de Confiabilidad de Mantenimiento, Entrenamiento, Reconstrucción de Motores, Auditoría y Control Interno, Mantenimiento de Palas Hidráulicas, Administración de Contratos.

Lideré, como miembro del Departamento de Mantenimiento de Cerrejón, varios Proyectos de Mejoramiento adelantados en la Compañía. Ganador del Primer premio a la Ingeniería de Mantenimiento en el XIV Congreso Internacional de ACIEM, 2012.