

Optimizando el mantenimiento

Por Richard Widman

Muchas publicaciones sobre mantenimiento de maquinas, motores, y plantas incluyen puntos de referencia en condenación de aceites, limites de hollín, limites de contaminación, o normas que se debería alcanzar. Pero nos preguntamos: ¿De donde salen esos números? Si nos dicen que el 1% de hollín es el limite condenatorio en el aceite del motor diésel, ¿por qué? ¿por qué no 0.5% o 0.8%? Cuando dicen que el aceite hidráulico debe tener una limpieza ISO 4406:99 de 16/14/11 para servo-válvulas, ¿cómo podemos llegar a eso? Y por qué no 15/14/11 o mejor?

Este es el Boletín #192 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato pdf en <https://www.widman.biz>

Las normas

*¿Cómo son desarrolladas las normas, las metas, los estándares? En algunos casos, hay estudios donde alguien probó diferentes niveles de limpieza en algunas maquinas o piezas para determinar cuál era la vida útil, o el desgaste aceptable para ellos en esas condiciones. En otros casos, los limites son copiados de libros aceptados, sin mayores consideraciones. ¿Pero como serán las variables en esos estudios? ¿Cuál es la tolerancia de desgaste en la opinión y economía de los que hicieron el estudio? Y **¿Cuál es nuestro deseo de vida útil para nuestra economía?***

En el [boletín 106](#), mostramos la tabla donde Vickers indica la probabilidad de duplicar la vida útil de sistemas hidráulicos mejorando la limpieza ISO 4406:99 por uno a tres niveles. Miramos este sistema hidráulico y comparamos con la tabla de Vickers.

Revisando el análisis de aceite de un sistema hidráulico de una empresa local, vemos que tiene una limpieza de 25/22/16. O sea, en total tiene más de 171 mil partículas de contaminantes sobre 4 micrones en cada **mililitro** de aceite.

En total, lleva 5000 litros en el sistema, llegando a **855 mil millones** de partículas sobre 4 μm circulando por las bombas, válvulas, pistones, etc.

Por un lado, debemos investigar el origen de tanta contaminación. Y debemos filtrar o reemplazar el aceite para no continuar

gastando el equipo. Pero un simple reemplazo no elimina la suciedad de los conductos, las mangueras, etc. Debemos dializar el nuevo aceite o instalar un sistema de filtración a riñón.

Cuando vemos el sector del reporte de análisis de este aceite, encontramos que este aceite que no protege nada. El nivel de Fósforo y Zinc, que deberían estar sobre 300 ppm para lograr la protección en pruebas de la industria, no pasa de 18. O sea, ya no tiene

Conteo de Partículas

ISO 4406 Rating	25/22/16
> 4 Micron (particles/ml)	171609
> 6 Micron (particles/ml)	35334
> 14 Micron (particles/ml)	420
> 21 Micron (particles/ml)	61
> 23 Micron (particle/ml)	38
> 38 Micron (particles/ml)	2
> 50 Micron (particles/ml)	1



Aditivos (ppm)

Magnesio (Mg)	1
Calcio (Ca)	22
Bario (Ba)	<1
Fósforo (P)	17
Zinc (Zn)	18
Molibdeno (Mo)	<1
Boro (B)	<5

aditivos anti-desgastes, o nunca tuvo. El aceite debería ser cambiado y dializado, con una limpieza del tanque al hacer el trabajo.

De acuerdo a la recomendación de la industria, por la tabla de Vickers que mostramos aquí, las válvulas de esta máquina requieren una limpieza mínima de 18/16/13 para una vida útil normal. Si miramos la segunda tabla, vemos que se puede duplicar esa vida útil si mejoramos la limpieza hasta 15/13/10. En este caso, con aceite contaminado a 25/22/16, están acortando la vida útil del equipo en un 80%.

VÁLVULAS		
Presión	<210 Bar	>210 Bar
Direccional (solenóide)	20/18/15	19/17/14
Presión (modulado)	19/17/14	19/17/14
Control de flujo (normal)	19/17/14	19/17/14
Válvulas de retención	20/18/15	20/18/15
Válvulas de cartucho	20/18/15	19/17/14
Válvulas de rosca	18/16/13	17/15/12
Válvulas de carga	20/18/15	19/17/14
Válvulas direccional de medición de presión	18/16/14	17/15/13
Controles remotos hidráulicos	18/16/13	17/15/12
Proporcional Direccional (throttle)	18/16/13	17/15/12*
Proporcional de Control de Presión	18/16/13	17/15/12*
Proporcional Cartucho	18/16/13	17/15/12*
Proporcional de rosca	18/16/13	17/15/12
Servo Válvulas	16/14/11	15/13/10*

Extensión de la vida útil de sistemas hidráulicos por limpieza del aceite				
Limpieza actual	Objetivo	Objetivo	Objetivo	Objetivo
28/26/23	25/23/21	25/22/19	23/21/18	22/20/17
27/25/22	25/23/19	23/21/18	22/20/17	21/19/16
26/24/21	23/21/18	22/20/17	21/19/16	21/19/15
25/23/20	22/20/17	21/19/16	20/18/15	19/17/14
25/22/19	21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13
23/21/18	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12
22/20/17	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11
21/19/16	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
20/18/15	17/15/12	16/14/11	15/13/10	14/12/9
19/17/14	16/14/11	15/13/10	14/12/9	14/12/8
18/16/13	15/13/10	14/12/9	13/11/8	—
17/15/12	14/12/9	13/11/8	—	—
16/14/11	13/11/8	—	—	—
15/13/10	13/11/8	—	—	—
14/12/9	13/11/8	—	—	—
Extensión	2 X	3 X	4 X	5 X

La pregunta es: ¿Cómo dejaron llegar ese fluido a ese punto de suciedad?

Monitoreo proactivo del sistema hidráulico

Una planta que quiere cuidar su máquina hace análisis de aceite periódicamente. Este periodo depende de condiciones operativas y criticidad del equipo en la producción y eficiencia de la planta.

Los resultados deben ser graficados para entender su tendencia, y acciones tomadas para mantener control.

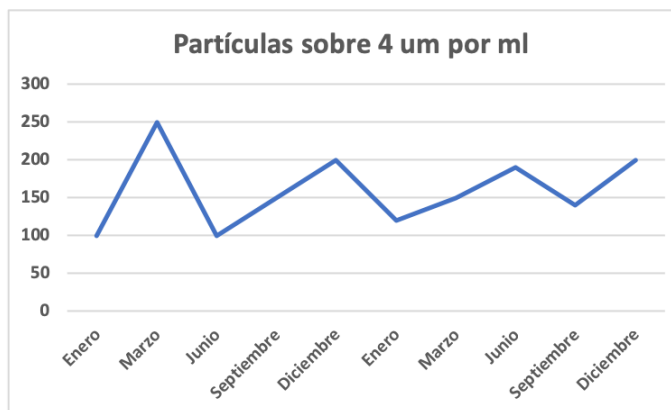
Miramos el conteo de partículas sobre 4 micrones (μm) en dos años en un sistema fuera de control. En este ejemplo, tenemos un aceite que empezó con una limpieza de 14/x/x (según ISO 4406:99), pero en el curso del año, por falta de respiradero, retenes resacos o gastados, desgaste, u otras causas, terminamos el año con 19/x/x, acortando la vida útil por 80%. El equipo está en serios problemas, y debemos tomar acciones inmediatas.



Mantenimiento proactivo nos dice que al observar esa línea subiendo y acercando al próximo nivel, tomamos acciones para parar o llevar de vuelta a lo que era – o mejor. En este caso, vemos que después de tres meses de uso, subió la contaminación del 14/x/x al 15/x/x. Al sexto mes, ya estaba en 16/x/x.

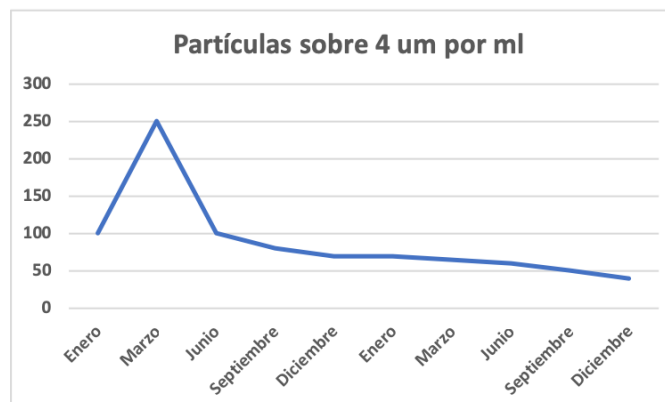
Aquí podemos ver como podía haber sido con monitoreo proactivo. Si observamos que, al final del primer trimestre, ya subió la contaminación de partículas sobre 4 μm de 100 a 250, pasando nuestro índice de 14/x/x al 15/x/x, tomamos acciones (filtramos el aceite), y volvemos a 100 partículas por cada ml.

El objetivo es tratar de mantener esto dentro del 14/x/x o algo determinado como importante para la empresa y la criticidad del equipo y vida útil.



Pero si realmente queremos proteger el equipo y reducir los riesgos de contaminación, al darnos cuenta al final del primer trimestre, instalamos un filtro como riñón para controlar la contaminación.

En este ejemplo, al notar en el mes de marzo que subió la contaminación de 100 partículas sobre 4 a 250, se instala un filtro de alta capacidad y eficiencia (como el Donaldson P568666 de 4 μm a Beta 2000) que empieza bajando la contaminación a 14/13/11 o menos mientras circula, terminamos bajando de 15/x/x en junio a 12/x/x en el tiempo, solo monitoreando el diferencial de presión por el llenado del filtro, aunque se debe cuidar el respiradero y retenes u otras contaminaciones al rellenar el aceite porque esa contaminación eventualmente causará el taponado del filtro y el gasto del reemplazo.



Monitoreo proactivo de motores diésel

Utilizamos las mismas técnicas de análisis de aceite para mejorar nuestro equipo pesado, camión, camioneta, auto, etc. Uno de los factores importantes en la vida útil de un motor a diésel es la cantidad de hollín que circula en el aceite.

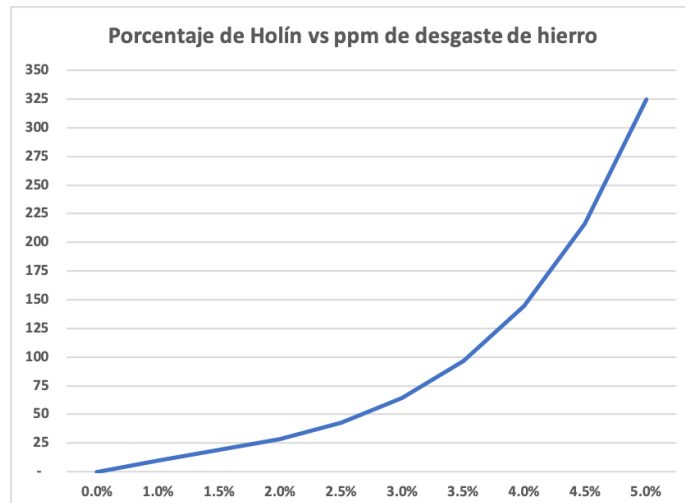
Cerca de 98% del hollín son partículas de carbón. El Carbón actúa como lija en el árbol de levas y los cilindros, cojinetes, etc. Estas partículas varían en tamaño, y se pueden aglomerar para formar sustancias más grandes y dañinas. Recordemos que la tolerancia o luz entre las piezas está entre 0,2 μm a 3 μm aproximadamente que es el grosor de la película de lubricante, entonces partículas más grandes dañarán las piezas si el fluido no está limpio.

Si buscamos los límites condonatorios de hollín en el aceite, encontraremos límites estándares recomendados entre 1% y 5% del peso del aceite. Pero, **¿Cuánto de desgaste queremos tolerar en nuestros motores?** Una vez que determinamos eso, tenemos dos opciones: Cambiar aceite con mayor frecuencia, o arreglar el sistema de inyección.

En este grafico podemos ver como el hollín afecta la vida útil del motor. Si decidimos cambiar aceite con mayor frecuencia, reducimos el desgaste, pero no tanto como arreglar el sistema de inyección porque la relación no es lineal.

Pero *¿cuál es el optimo para nuestro equipo, clima, y altura sobre el nivel del mar?*

Es fácil mantener el nivel de hollín en un motor con inyección “Common Rail” entre de 0.2% y 0.5% al nivel del mar y hasta unos 500 metros sobre el nivel del mar. Pero si operamos ese equipo a 4000 metros, el mismo motor puede ser considerado “normal” con 0.8% a 1.0% por la falta de oxígeno a esa altura. Tocamos esto en detalle en el [boletín 38](#).



Un plan de mantenimiento proactivo ataca este problema y de la misma forma que la contaminación de tierra que vemos en el aceite hidráulico, graficamos el nivel de hollín. Hay dos maneras de hacerlo:

1. Lo más simple, aunque menos proactivo, es graficar el nivel de hollín, y eventualmente modificar las horas entre cambios para mantener el nivel bruto debajo del limite que establecemos para nuestra empresa, este punto será posiblemente el menos económico.
2. El monitoreo más proactivo es normalizar el porcentaje del reporte de análisis en un periodo “X”, como 100 horas o mil kilómetros. Así podemos comparar todas las máquinas y ver los problemas reales por el mismo tiempo de uso, arreglando los problemas para mantener esta contaminación debajo del limite que establecemos.

Si determinamos que queremos hacer las cosas bien, escogemos el monitoreo por 100 horas o mil kilómetros (para hacer un estándar dentro nuestro programa). Si encontramos que este motor puede operar con menos de 0.2% de hollín en buenas condiciones, tal vez establecemos esto como limite, o 0.3% como máximo, y cada vez que varía, corregimos el problema para maximizar la vida útil. Tal vez terminamos con algo como esto, reaccionando cada vez que sube de 0.3%. Claro que podemos citar una de las recomendaciones en el internet que indica 3% o 4% como limite, *¿pero acaso tenemos el dinero para tirar reparando el motor con mayor frecuencia?*



Resumen

En estos ejemplos, mostramos una manera de documentar, reaccionar, y corregir los niveles de contaminación o desgaste, pero no debemos olvidarnos de buscar la causa raíz.

El aceite hidráulico no se ensucia si tenemos buenos filtros en el respiradero, buenos retenes, “o-rings”, y buenas prácticas de relleno. Tampoco estaría con mucha contaminación de partículas de desgaste si el aceite fuera bueno. La falta de aditivos anti-desgaste en el aceite que mostramos causará una muerte prematura de esa máquina.

La causa principal de alto hollín en el motor diésel es inyectores trancados o gastados. La solución correcta no es solo cambiar inyectores o bomba. La solución proactiva es revisar la calidad de filtros del equipo, la ventilación del tanque (*¿tiene filtro?*), el nivel de tierra que estamos cargando al tanque, etc. Si solo cambiamos inyectores, sin instalar un sistema de filtración del combustible y enseñar al personal como manejar el combustible, estaremos cambiando inyectores con mucha frecuencia.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: <https://www.widman.biz/>

Si usted conoce a otra persona que estuviera interesada en recibir estos boletines, favor responder a info@widman.biz. Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a info@widman.biz con “**remover**” en el asunto.

La información de este boletín técnico es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a info@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.