

Contaminantes – ¿Por dónde entran?

Por Richard Widman

Una pregunta frecuente que nos hacen en diferentes escenarios busca el origen de la contaminación en diferentes equipos, motores, sistemas y en general. En el curso de los últimos 12 años de escribir estos boletines se han tocado varios puntos individuales y soluciones a problemas específicos sobre esta temática, pero en este boletín veremos los diferentes mecanismos utilizados por los contaminantes para ingresar a los equipos y dañarlos.

Este es el Boletín #140 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en <http://www.widman.biz>

La definición

Cuando hablamos de contaminantes, frecuentemente pensamos en tierra, agua o algún químico. Obviamente todos ellos son contaminantes para un aceite, pero si estamos hablando de un sistema de refrigeración con agua o etilenglicol, el agua no sería contaminante, pero el aceite si lo sería.

Si solo hablamos de aceites, calcio es parte de la formulación de aceite de motor, pero contaminante si aparece en aceite de compresores, turbinas, o aceites que tienen que ser libre de cenizas sulfatadas.

Así que definimos contaminantes como cualquier sustancia que no debe estar presente en el lubricante, refrigerante, o producto final.

¿Cuáles son las fuentes de donde vienen las partículas contaminantes?

Para entender cómo ingresan las partículas al interior del motor es necesario también primero entender cuáles son las fuentes, las podemos citar en los siguientes grupos:

Nativas, estas partículas vienen con las piezas o con la operación que se realiza, éstas podrían ser las pequeñas partículas como viruta, restos de metales que son producto de la fabricación, limaduras, componentes abrasivos, residuos de soldaduras, etc.

Agregadas en mantenimiento: Independiente del sistema de mantenimiento (correctivo, preventivo o proactivo) de los equipos, las partículas vienen adicionadas a las piezas y productos de reemplazo (nuevas) como filtros de aire, filtros de aceite, combustible, mangueras, lubricantes, rodamientos, cojinetes, etc. Todos éstos tienen algún nivel de contaminación incorporada. Todo depende de varios procesos, entre ellos el transporte, almacenamiento, manipulación, etc. Cuidados que nunca son suficientes para proteger al 100%.

Proceso: Hay partículas que ingresan cuando la máquina funciona de acuerdo al objetivo de su presencia, por ejemplo a través de sus componentes pasan elementos químicos, líquidos, compuestos, pastas, pulpas, aire comprimido, gas, etc. Estos componentes tienen un nivel de contaminación que afectarán las piezas de la máquina.

Combustibles: Como varias veces dijimos, un combustible sucio incorpora gran cantidad de partículas de polvo, humedad o también bacterias entre otros, ingreso de Gas con partículas, generación de hollín durante la combustión, nitración durante la combustión del gas, etc.

Aire: Ingreso de partículas en el aire que ingresa al motor por sellos. Hay polvos en todo el ambiente, pero con mayor concentración en las canteras de mineras, caminos de tierra, etc. Polvo también ingresa a través de respiraderos, además hay que tomar en cuenta las partículas

ingresadas a través de filtros de aire “sopleteados” y que no retendrán lo deseado por los fabricantes, tomar en cuenta los tanques de combustible desprotegidos, ese combustible dañará los inyectores.

Operación: Estas partículas se generan por el funcionamiento de los motores como el desgaste mecánico, las fibras de los filtros, el desgaste durante el asentamiento del motor, partículas de goma o plástico de algunos componentes, metales sueltos producto de la cavitación, etc.

Funcionamiento del lubricante: El uso de productos de mala calidad producirán, sedimentación o precipitación de aditivos, lo cual con las partículas de polvo generan lodos dentro el motor, presencia de óxidos, humedad y partículas, detergentes de mala calidad, mezcla de lubricantes incorpora contaminación, etc.

El lubricante de motores, transmisiones y diferenciales

Los tres problemas más serios para motores son la entrada de tierra, la entrada de agua y la entrada de combustible. También, relacionado con problemas de combustible es la pobre combustión que causa la formación de hollín. En el [boletín 7](#) y [boletín 9](#) tocamos los problemas que causa la tierra en el motor y la transmisión, respectivamente, mostrando el alto desgaste que causa. En el [boletín 26](#) identificamos la importancia de control de contaminación en el transporte y los daños que hace la contaminación en equipos industriales más sugerencias para su cuidado. El [boletín 38](#) explica en detalle los problemas de hollín.

Deberíamos dejar claro que los estudios hechos indican una reducción en consumo gasolina de 5% a 8% solo por eliminar el polvo “normal” en el aceite de motor, ya que las partículas de tierra que aun pasan por el filtro causan resistencia y quitan fuerza mientras lijan las superficies. Por eso un filtro de aceite más eficiente no solo protege más al motor, si no, reduce el consumo de combustible.

Las auditorías que hacemos muestran varias causas de la contaminación por tierra:

- Contaminación del aceite antes de colocarlo. Esto es muy común. Desde el inicio, hay empresas que transportan turriles de aceite en camionetas teniendo el producto a la intemperie, exponiéndolo de esta manera a las lluvias, mismas que al bajar la temperatura son absorbidas por el turril (humedad). Los turriles tienen simples o-rings en sus tapas que dejan respirar en ciertas condiciones para no romper la soldadura. Constantemente encontramos turriles expuestos a polvo y lluvia en los talleres, o turriles con bombas sin taponar el pico. La tierra se prende al pico de la bomba y es colocado en el motor u otro compartimiento con el aceite
- Contaminación por tierra de parte del mecánico. Los medidores, bidones y embudos utilizados por la gran mayoría de los mecánicos están sucios. Hay que acordarse de que los trapos de talleres no son limpios. Los componentes del motor necesitan aceite limpio, y no hay trapos en los talleres que puedan limpiar un embudo completamente.
- Contaminación por otros aceites. Una jarra, medidor, o bomba de un aceite no debe ser usado en otro. Aunque sea 100 ml de aceite de diferencial en 4 litros de aceite de motor, se compromete la protección del motor. En varias ocasiones hemos observado bombas sacadas de un turril de un tipo de aceite, colocadas sobre otro aceite mientras abren ese turril, y recién colocadas en el nuevo, adicionando tierra y aditivos que dañará el componente.
- Una vez colocado en el motor, la mayoría de la tierra llega por un filtro de aire dañado por golpear o soplar con aire comprimido. Efectivamente siguen publicando manuales

donde indican que se puede soplar o lavar el filtro. Siguiendo ese procedimiento, el auto pasará su periodo de garantía si no es con mucha presión, pero no pasará de 300.000 km, y probablemente no pasa de 200.000 km. Pero también encontramos muchos ductos mal colocados en la entrada de aire, donde no son correctamente apretados, no tienen sus empaquetaduras en el múltiple o carburador, portafiltros partidos, etc.

- Piezas faltantes: Hay vehículos que vinieron con un medidor de restricción en el ducto y lo sacaron, dejando un hueco para que el motor chupe aire sucio. También encontramos motores donde sacaron la válvula PCV para colocar un tipo de filtro que no venía con la conexión o simplemente dejando el hueco. La tierra entra directamente al cárter por la respiración en la tapa de válvulas.
- El agua típicamente entra por el sistema de refrigeración, sea por una empaquetadura soplada o cilindro fisurado, pero a veces la causa son los lavados. Cuando lavan el motor, tienen que tener cuidado de no usar presión cerca del medidor de aceite y los mismos lugares que permitan la entrada de tierra.
- Tierra y agua entran a las transmisiones y diferenciales por la válvula de respiración que tienen para igualar la presión cuando calienta o permitir la entrada de aire cuando enfrían. Estas válvulas normalmente son simples tubos con un sombrero Chino. Vehículos que son utilizados fuera de carretera deberían tener una manguera colocada en lugar del sombrero. Al cruzar ríos se enfría y chupa el agua por el sombrero Chino.
- También entra en algunas transmisiones por retenes o capuchones rotos o secos, o por empaquetaduras mal hechas. Si el aceite puede salir y manchar el exterior, el agua también puede entrar sin problema.

Aquí podemos ver el efecto del agua en el análisis del aceite de transmisión con su contenido de tierra durante dos periodos (el más reciente por la izquierda).

Al eliminar el 2,15% de agua y reducir la tierra (silicio) de 16 ppm (partes por millón) a 3 ppm, la cantidad de corrosión y desgaste de hierro fue reducida de 39 ppm a 6 ppm, y cobre de 13 ppm a 2 ppm.

Solamente eliminado esta contaminación se aumentó la vida útil de la transmisión más de 6 veces.

Metales (ppm)		
Hierro (Fe)	6	39
Crómo (Cr)	<1	<1
Plomo (Pb)	<1	<1
Cobre (Cu)	2	13
Estaño (Sn)	<1	3
Aluminio (Al)	<1	3
Níquel (Ni)	<1	<1
Plata (Ag)	<1	<1
Titanio (Ti)	<1	2
Vanadio (V)	<1	<1
Pruebas Físicas		
Viscosidad (cSt 100C)	17.3	16.1
sólidos	<0.1	0.1
Contaminantes (ppm)		
Silicio	3	16
Sodio (Na)	<1	1
Potasio (K)	<5	<5
Agua (%)	<0.05	2.15

En esta foto podemos ver el respiradero del diferencial de un 4x4 muy popular. Cualquier momento que se pasa por agua sobre el nivel del eje (mitad de la llanta), entrará agua por este simple respiradero. Sacando la tapa flotante y colocando una manguera con un filtro asegurará la vida del diferencial.



Respiradero al del diferencial de una 4x4
Se debería instalar una manguera y filtro
en lugar de la tapa flotante.

Equipo pesado y maquinaria agrícola

Uno de los problemas adicionales que tenemos con equipo pesado de construcción y agrícola es que es utilizado o guardado en la lluvia y el barro, o manejado en ríos o pantanos. Son lavados con hidro-lavadoras que fuerzan agua por empaquetaduras y respiraderos o medidores. Inclusive vemos gente que los estacionan en un río para lavarlos.

Las grasas utilizadas deberían ser totalmente resistentes al agua porque estarán expuestas constantemente. Las grasas totalmente resistentes al agua típicamente son de Bentonita en lugar de jabones comunes. Productos como la [Grasa American Royal 98 Moly EP Grafitada de Alta Temperatura NLGI 2](#) son excelente para este propósito.



Por lo que los brazos con sus pistones y cilindros hidráulicos siempre están en movimiento, cuando permite la salida de aceite al extenderse, permitirá la entrada de polvo o agua al volver a entrar. Si las mangueras muestran humedad del aceite, también permitirán la entrada de polvo, agua o aire cuando están en succión. Un elemento, poco cuidado es el sello del reservorio. Por lo que no tiene presión y normalmente queda por encima del nivel de aceite, esa empaquetadura o sello frecuentemente está desestimado y descuidado. La lluvia o agua de los charcos entra directamente al chorear de la tapa. Y finalmente, el respiradero tiene que tener un filtro. Mejor si es un filtro desecante para eliminar la humedad del ambiente que entra. Si tenemos un sistema

hidráulico de 300 litros, y por la noche baja la temperatura operativa de 50°C a la temperatura del ambiente nocturna de 10°C, tenemos una reducción de volumen de más de 8 litros, chupando más de 8 litros de aire húmedo y sucio para condensar en las paredes del tanque y ser mezclada con el aceite. El respiradero de muchos equipos es un simple hueco en la tapa. Esto termina taponandose y forzando la respiración por un reten o empaquetadura.

Además de esto, los cubos o mandos finales constantemente están en agua o barro. Un sello o reten que pierde aceite es una entrada de agua y tierra, destrozando las piezas, especialmente los bujes. Un simple capuchón puede salvar la vida de una máquina.

En este cuadro podemos ver el análisis de aceite de un mando final donde contiene 30 ppm de tierra, causando más de 315 ppm de desgaste de hierro y 4 ppm de cobre. Hay que revisar todos los sellos, retenes, empaquetaduras, capuchones, etc.

Metales (ppm)	
Hierro (Fe)	315
Crómo (Cr)	5
Plomo (Pb)	1
Cobre (Cu)	4
Estaño (Sn)	1
Aluminio (Al)	8
Niquel (Ni)	1
Plata (Ag)	<1
Titanio (Ti)	1
Vanadio (V)	<1
Pruebas Físicas	
Viscosidad (cSt 100C)	16.9
sólidos	0.1
Contaminantes (ppm)	
Silicio	30
Sodio (Na)	8
Potasio (K)	<5
Agua (%)	<0.05

Equipo Industrial

Este es un grupo muy variado de equipos pero tienen los mismos problemas.

Compresores generalmente sufren de tres problemas

- Aceite mezclado o completamente equivocado. Por lo que no se aumenta mucho aceite, los bidones normalmente son utilizados para otros aceites en la planta y termina contaminando el aceite del compresor con aditivos incorrectos. Hay varios compresores donde el fabricante recomienda aceite SAE 30, pero necesita SAE 30 **sin detergente**. Hay pocos lugares en el mundo donde se vende aceite sin detergente bajo esa nomenclatura (prohibido en muchos países por la confusión que haría para los dueños de autos). Lo que requiere se llama aceite para compresores ISO 100. Por viscosidad, SAE 30 = ISO 100, y aceite para compresores solo tiene anti-oxidantes, demulsificantes y a veces algo de anti-desgaste. Son diseñados para compresores. Si se usa aceite de motor, el agua es emulsificado y puede causar problemas de cavitación y corrosión, además de dejar depósitos de los aditivos en las válvulas.
- El compresor, por ser un equipo arrinconado, frecuentemente está olvidado, sin los cambios necesarios y sin el drenado de agua frecuente que requiere por tanto que condensa del ambiente.
- Tierra y productos del ambiente. Estos pasan por el filtro de aire mal instalado o dañado. Muchos de los compresores vienen con filtros de aire de muy baja eficiencia y capacidad. Desde el principio dejan pasar polvo dañino, y se taponan rápidamente. A veces se taponan completamente, colapsando y dejando el aire pasar por su alrededor. Otras veces son lavados o soplados, abriendo los poros. En un caso el dueño de una fábrica se quejaba que el separador de aire/aceite se taponaba rápidamente y tenía que comprar uno nuevo cada 3 meses a \$400 cada uno. Le explique que solo se taponan con tierra que pasó por el filtro de aire. Que debería cambiar el filtro de aire por uno más grande y de mayor eficiencia para que la tierra no llegue al aceite. Ya va más de dos años sin cambiar el separador.

Reductores abiertos y cerrados también sufren de mezclas de aceites, pero sus dos enemigos principales son Tierra y Agua. La tierra lija las superficies y el agua corroe y cría un ambiente para el crecimiento de bacteria.

- La tierra y la humedad entran por el respiradero, donde debería tener un filtro desecante en lugar de un bastón. El error en muchos casos es que una vez colocados los filtros o filtros desecantes en los respiraderos, son olvidados. Estos deberían ser cambiados cada 6 meses o cuando indica su indicador. Hay desecantes con gel de sílice, y hay productos como el [T.R.A.P. de Donaldson®](#) que usan cloruro de litio para poder regenerar su capacidad, durando mucho más tiempo, pero eventualmente se taponan. Cuando se taponan, la respiración del reductor es por algún reten o empaquetadura.
- El agua entra como humedad que condensa, o en lavados de la planta. Las mangueras de alta presión y las hidro-lavadoras son buenas para limpiar la planta, pero hay que mantener el flujo de agua lejos de los respiraderos y las juntas y retenes.

Resumen

Hay que considerar que los contaminantes dañinos son muy finos y entrarán por donde hay menor presión que la presión atmosférica o donde llegan al equipo por presión. Recomendamos inspeccionar cada máquina para grietas en empaquetaduras, retenes y capuchones. Después hay que revisar la entrada de aire con guante blanco, considerando trazos de polvo, el enemigo. Muchas veces las falencias son tan obvias que no se ve. Miramos filtros, pero no portafiltros o los ductos que lleva el aire al múltiple. No miramos la condición de la carcasa del filtro. Si la tapa del filtro de aire está amarrado con alambre, no sellará y terminará rectificando el motor. Últimamente varias empresas han hecho sus inspecciones y nos pide nuevas tapas o ganchos, nuevas válvulas de drenaje, etc.

También vale ver si se puede mejorar las condiciones sobre lo básico que vino con el equipo. Muchos equipos vienen con el mínimo de filtrado o protección. Hoy en día hay soluciones mucho más efectivas.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en sus empresas para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: 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 “**remove**” 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.