

La Determinación de la Causa Raíz de la Falla

Por nuestra experiencia frecuentemente ayudamos a determinar la causa raíz (la causa real) de diferentes fallas en los equipos. En este boletín presentamos un esquema básico para determinar la causa raíz por el método de Análisis de Causa Raíz (RCA)

Este es el Boletín #39 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en www.widman.biz

Si llegaríamos a operar nuestros equipos sin ningún problema o falla, es probable que estemos cambiando componentes o piezas antes de tiempo o porque tenemos procedimientos extremadamente efectivos para determinar las fallas antes de que acontezcan.

En la realidad, muchos de los problemas que acontecen son tomados como “normales” y no buscamos la causa raíz, entonces reparamos y volvemos a operar como siempre hasta que se repita la falla, asumiendo así que esto es “normal”. Los lectores regulares de estos boletines recordarán la identificación de causa raíz de la poca fuerza en motores de buses por el diseño de la carrocería; la acumulación de depósitos en motores a gas vehicular, desgaste de motores, problemas de transmisiones, etc.

Si logramos **identificar la causa raíz real**, recién podemos buscar soluciones para evitar su repetición. Este concepto es básico para aplicarlo en todo tipo de problemas, sea de equipos, problemas económicos, problemas médicos, etc. Por nuestro rubro, usaremos ejemplos mecánicos en este boletín.

El Proceso

Para identificar correctamente un problema, tenemos que tener mucho cuidado con todos los elementos que intervienen. Cuando llego a un taller para hacer una evaluación de un motor y lo encuentro desarmado en el suelo, con el aceite drenado en un recipiente sucio, ya es muy tarde para una evaluación total. Tal como en la escena de un crimen, hay que preservar el equipo y sus componentes para su inspección por todos los investigadores.

- Se debe tomar una muestra de aceite con el máximo cuidado, tratando de que sea lo más representativa posible. Esta se envía al laboratorio para su análisis. Si el aceite no es representativo, los resultados no lo serán.
- Hay que inspeccionar los cojinetes, empaquetaduras, retenes, las superficies, engranajes, etc.
- Cada equipo tiene piezas especiales o críticas que requieren su inspección. Esta tiene que ser minuciosa, comparando las observaciones con experiencias y tablas de desgaste conocidas.

El primer paso en la identificación de la causa raíz del problema es quitar de nuestras cabezas las ideas tradicionales y mitos. Hay muchos casos en que sería fácil echar la culpa al operador, al repuesto o al aceite, pero si no determinamos la causa real, el problema se repetirá.

- En un caso de este mes, el mecánico estaba seguro que los problemas que tenía fueron causados por el aceite que se espesaba. En realidad, eran originados por problemas de inyección y combustión. Tenía 6% a 10% de hollín en el aceite de sus camionetas,

espesando al aceite y formando lodo. Ningún aceite está diseñado para soportar un 10% de hollín. La corrección de los sistemas de inyección y combustión (cuyas fallas también tienen causas) corregirá el problema y consecuencias del aumento de viscosidad.

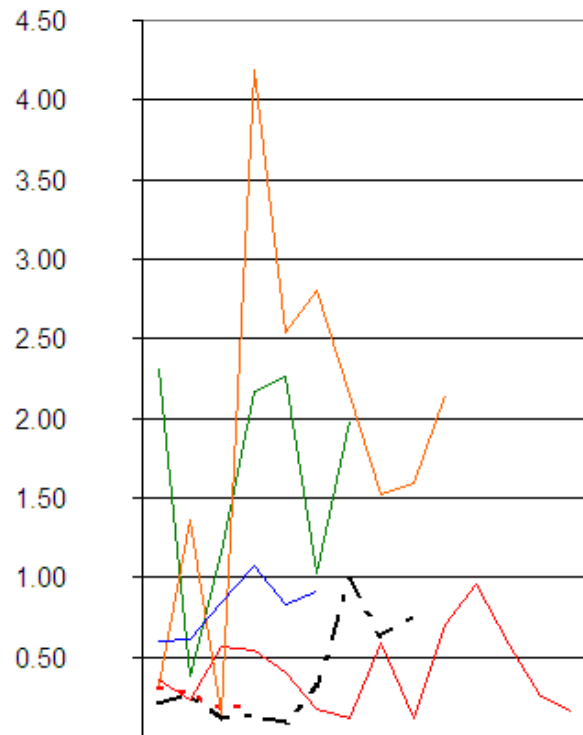
En este caso es fácil corregir el problema de inyección y combustión. Pero si no solucionamos la causa de esta falla, se repetirá. Es fácil decir que el diesel es malo, pero aunque sea la verdad, hay soluciones. Existen aditivos efectivos para reacondicionar el diesel.

Observamos en el historial de sus 6 camionetas el porcentaje de hollín por cada mil kilómetros. “Normal” debería ser menos que 0.2%, mientras que lo correcto es mantener menos del 0.1%.

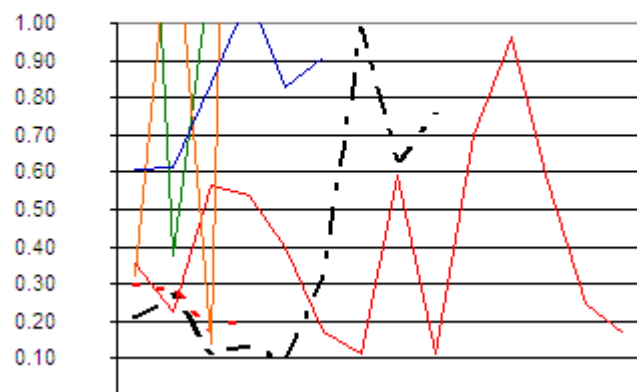
La línea roja punteada representa a una camioneta que tiene pocos análisis, pero son razonables y con tendencia de mejorar. La camioneta representada por la línea negra (punto y raya) llegó a un buen nivel y después fue descuidada.

En este caso, tenemos que encontrar las causas de la variación entre una y otra, y entre un periodo y otro. ¿Qué hizo el operador?, ¿Qué diesel están consumiendo?, ¿Qué cambios de combustible se efectuaron?, ¿Cuándo usaron un aditivo para el diesel?, ¿Qué mantenimiento se realiza?, ¿Cómo fue posible controlar algunas veces, mientras otras no?, Etc. Entre todos se debería encontrar la solución.

Porcentaje de Hollín por Mil Kilómetros



Historial de % de Hollín por mil kilómetros en los análisis de aceite de 6 camionetas en un periodo de 18 meses



Cuando hay mucho hollín en el motor, algo quedará para el próximo cambio. También un aceite de baja calidad puede mostrar menos hollín en la muestra por su baja capacidad de absorción y lo que deja en las paredes del motor. El ajuste correcto debería ser hecho con medidores de gas del escape, o por lo menos con observaciones a la opacidad del humo en el escape, ante la evidencia se debe tomar acción sin esperar el próximo análisis. El humo negro del escape es una señal inequívoca de problemas. Definitivamente no es “normal”.

El segundo paso es recopilar toda la documentación relacionada con el problema.

- ¿Cuál es la edad del equipo?
- ¿Qué mantenimiento ha tenido y cuándo?
- ¿Cuándo entró a trabajar?
- ¿Trabaja de forma continua?
- ¿A qué temperaturas opera?
- ¿La temperatura ha estado subiendo?
- ¿Cuánto tiempo hace desde que cambiaron aceite?
- ¿Qué cambios se hicieron con el aceite (tipo, marca, viscosidad, etc.)?
- ¿Cuáles son las condiciones de almacenamiento y manipulación de los lubricantes?
- ¿Qué cambios se hizo en relación a la carga?
- ¿Qué cambios de personal hubo en operarios, lúbricos y personal de mantenimiento, y cuando?
- ¿Cuáles son los síntomas del problema?
- ¿Cuándo notaron los síntomas o fallas y que hicieron desde entonces?
- ¿Qué otros síntomas o condiciones existen?

Cuando se tiene toda la información, las fotos, piezas, etc., hay que reunir a todas las personas posibles. Obviamente necesitamos a los operadores, mecánicos y supervisores, pero también deberíamos buscar expertos externos. Los proveedores del equipo, el lubricante, el combustible y los repuestos pueden ayudar mucho en la determinación de la causa raíz.

- Frecuentemente escucho que el problema es el aceite, cuando puede ser la viscosidad, el tipo de aditivos, la bomba, el alineamiento del equipo, la temperatura operacional, etc.
- Si identificamos que el problema es la viscosidad del aceite, ¿por qué se aplicó esa viscosidad en el equipo? En un caso que investigamos, junto con el fabricante de los camiones, identificamos claramente que el problema era la viscosidad. Pero el mecánico había decidido ignorar las recomendaciones del proveedor de aceites y del fabricante del camión para usar el mismo aceite que usaba en los camiones de otra marca.

Hay que poner todas las causas posibles en la pizarra, relacionando causas y efectos. A veces esto es un ejercicio como el huevo y la gallina, pero es importante que todas tengan el beneficio del conocimiento de los presentes y ver los efectos de cada parte de la falla. Para cada causa identificada, hay que examinar su origen. La cadena puede ser larga.

Si estamos investigando un engranaje que se gasta desigual. Puede ser por estar mal alineado, por desgaste de su eje central o cojinete, entre otras causas posibles. El desgaste del cojinete puede ser por lubricante inadecuada (viscosidad o aditivos inadecuados), por estar mal alineado, o tal vez pernos que se aflojaron.

Si se aflojaron los pernos, ¿por qué sucedió?, ¿por vibraciones?, ¿falta de torque al ajustarlos?, ¿re-uso de pernos estirados?, etc. Si fue por vibraciones, ¿cómo empezó? ¿Qué más se afectará? ¿Cuándo se hizo una revisión de vibraciones de toda la planta?, ¿El equipo está bien calibrado y sus operadores bien entrenados?, Si es por el perno mal ajustado, ¿será problema del mecánico? (entrenamiento, motivación, etc.). Si es por el re-uso de pernos viejos, ¿será problema del mecánico?, ¿Compras?, ¿Gerencia?, ¿Almacenes?

Es importante que las personas reunidas no tengan miedo a expresar su opinión. Si una persona actúa solamente para defender su sector no llegaremos nunca a la causa raíz y estaremos garantizando otras fallas.

- En una investigación que participé, el jefe insistía que él sabía desde el principio que una producción brasilera no resultaría. El diseñador del equipo insistía que se podía fabricarlo allí. Comprobamos que el prototipo funcionaba, pero las 50 unidades que se produjeron no calentaban lo suficiente para cocinar. Con todos los involucrados presentes y participando, encontramos que mientras el diseño y el prototipo fueron diseñados para 208 V para cubrir un mercado donde había corriente eléctrica desde 192 V a 208 V, el fabricante había pedido elementos de resistencia de 220 V para nunca quemarse y el proveedor de la resistencia había substituido elementos de 240 V para nunca tener reclamos. Era imposible esperar que elementos de 240 V calienten a 192 V. Colocando elementos de 208 V se solucionó el problema.
- En otro caso, investigamos la razón de falla del rodamiento delantero derecho de una camioneta a los 13,000 kilómetros. Encontramos que de las 13 camionetas (con números consecutivos de chasis) en distintas zonas del país ya habían fallado tres de la misma forma. Revisamos las 9 camionetas restantes y encontramos que estaban mal ajustados de fábrica. No se que acción tomó la fábrica en los EEUU con esta información, pero ajustamos correctamente los rodamientos de las otras 9 y evitamos su falla segura.

La pregunta crítica para cada falla es: ¿Por qué falló?

Es una pregunta que debe hacerse a cada paso, hasta encontrar las posibles causas. No se debe aceptar fácilmente que “así es”, “ya estaba viejo” o “ya era hora”. Tampoco se debe aceptar respuestas como “es el aceite” sin saber por qué. En el caso de cuestionar al aceite hay que evaluar si fue:

- ¿Por aplicaciones equivocadas? (Aceite de motor en compresor, aceite hidráulico en un reductor, agentes de extrema presión con azufre/fósforo donde hay bronce, aceite para cilindros donde requiere protección EP, etc.)
- ¿Viscosidad alta o baja? (SAE 40 donde requiere SAE 5W-30, SAE 140 donde requiere SAE 75W-90, ISO 220 donde requiere ISO 460, etc.)
- ¿Aceite básico inapropiado? (API grupo I o II donde requiere sintético, Nafténico donde requiere Parafínico, PAO donde requiere Poliglicol, etc.)
- ¿Índice de viscosidad insuficiente? (IV 50 donde requiere 100, IV 100 donde requiere 150, etc.)
- ¿El aceite fue contaminado? (falta de filtros en respiraderos, aceites mezclados, hollín; tambores, bombas, embudos y medidores al aire libre, etc.)
- Mucho tiempo de uso (oxidándose, perdiendo aditivos, contaminado por partículas de desgaste o combustión, etc.)

No se puede asumir que este problema tenga la misma causa que otra sin investigar. Investigamos el exceso de espuma en dos cojinetes de turbinas similares, pero en plantas diferentes. Ambos mostraban los mismos síntomas de espuma y temperatura.

- En un caso, resulta que el aceite era de baja calidad y sus aditivos anti-espumantes se habían acabado. Un simple cambio de aceite con un buen producto solucionó el problema.

- En el segundo caso, por causa de vibraciones y la falta de lubricación hidrodinámica, los cojinetes sufrieron daños, modificando su superficie y creando turbulencia, lo cual causaba espuma. La solución fue cambiar el cojinete y corregir las vibraciones.

Hay que tomar mucho cuidado en no aceptar asociaciones de culpa o causa.

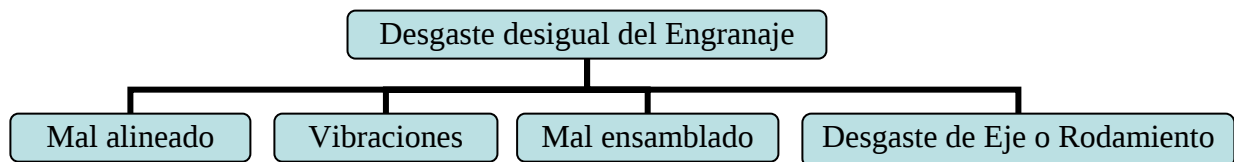
Frecuentemente escucho de los mecánicos que prefieren el SAE 40 ya que el aceite SAE 15W-40 es muy delgado para el motor y pierde su viscosidad con el uso. ¿Cómo podemos analizar estos dos argumentos que van al contrario a las recomendaciones de los fabricantes de motores y lubricantes?

Primero tenemos que separar los dos mitos o excusas para evaluarlos individualmente, ya que uno no tiene nada que ver con el otro.

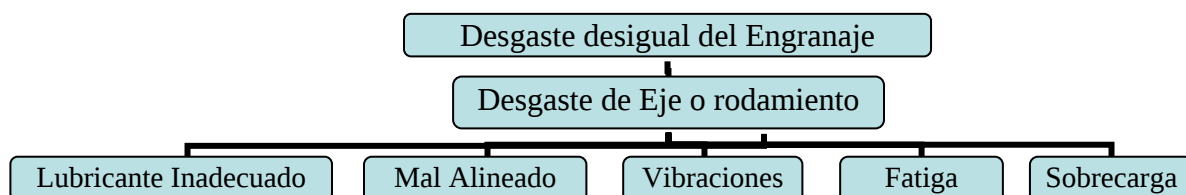
- Por diseño, ficha técnica y laboratorio, encontramos que ambos aceites tienen la misma viscosidad a 100° C (temperatura del cárter del motor). También, por el mismo método encontramos que a temperatura del ambiente (donde el mecánico usa su dedo para medir la viscosidad) el SAE 40 tiene una viscosidad de 600 cSt mientras el SAE 15W-40 solamente tiene 270 a 300 cSt. Ahora podemos ver que mientras el mecánico tiene razón a temperaturas bajas, eso es justamente lo que necesitamos en el motor, un aceite menos viscoso en frío y que tenga buena viscosidad en el calor del motor.
- Cada aceite básico tiene padrón de cizallamiento y los polímeros que utilizan para la mayoría de los aceites multigrado tienen el suyo. Los aceites básicos comunes o baratos sufren cizallamiento mucho antes de los aceites básicos provenientes de petróleos más antiguos, con mayor tecnología de refinamiento como los del API grupo II, sintéticos, etc. El hecho de que los aceites comunes SAE 15W-40 pierdan viscosidad rápidamente no significa que suceda con todos los aceites SAE 15W-40. Es como decir que todas las naranjas son agrias por haber probado algunas.

Árbol de causas posibles

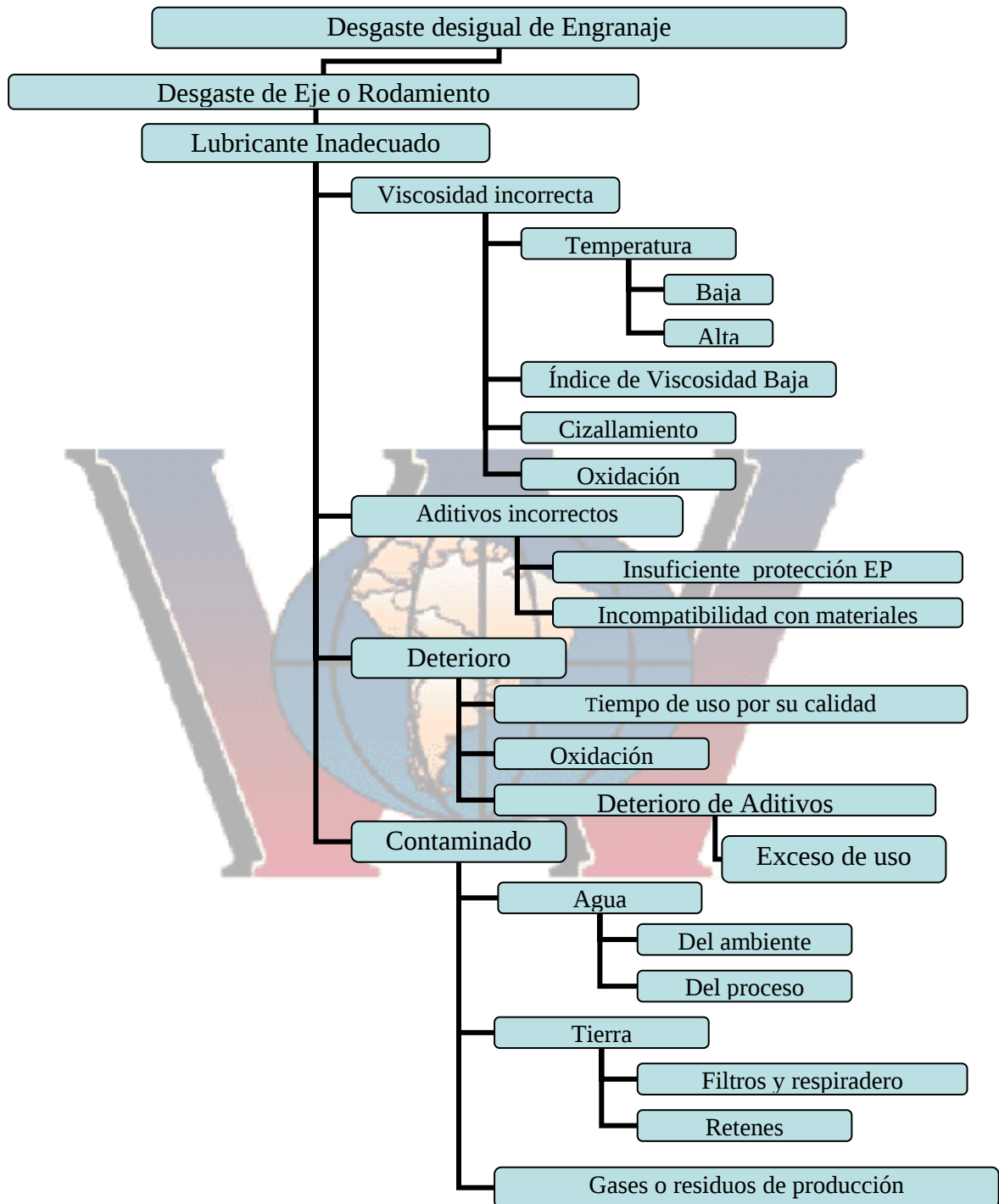
Para llegar a la causa raíz real es necesario construir el **árbol de causas posibles** y seguir buscando la causa en cada etapa. Como ejemplo miraremos un engranaje que muestra más desgaste a un lado. Frecuentemente veo que lo reemplazan o lo invierten de posición y continúan operando sin buscar la verdadera causa. Miremos aquí un posible escenario:



Mientras algunos de estos todavía pueden depender de los otros, es importante examinarlos. Por el momento veremos detalladamente las causas del rodamiento o su eje.



Ahora examinamos las causas posibles de “Lubricante Inadecuado”. Notamos que existen muchas causas para investigar para saber la verdad. (Habrá variaciones de acuerdo al equipo y el problema).



Se debe evaluar todas las causas posibles. Algunas afectan las otras. La contaminación por agua, gases o residuos puede degradar los aditivos. Los metales de repuestos más blandos que los originales requieren mayor protección por aditivos del lubricante de lo especificado por el fabricante. Esta es una de las razones que necesitan de expertos en cada sector.

Una vez determinada las causas más probables, se debe ver por qué pasó esto.

- ¿Como pasó sin notarlo y corregirlo?, ¿Cuáles son los procedimientos que necesitamos para que no se repita?
 - **Si la viscosidad es incorrecta**, ¿Cómo fue determinada? Tal vez usamos la viscosidad recomendada por el fabricante, pero sin considerar nuestro clima o carga. Tal vez no hemos calculado la viscosidad correcta ni teníamos el manual, y usamos el aceite que disponíamos en almacenes sin considerar las consecuencias y sin monitorear las temperaturas operativas.
 - **Si los aditivos son incorrectos**, ¿Por qué fue escogido ese aceite?, ¿Por precio?, ¿Por falta de conocimiento?, ¿Por sugerencia del proveedor de aceites?, ¿Por recomendación de alguien que se supone que es idóneo?
 - **Si los aditivos perdieron su efectividad**, ¿Por qué?, ¿Exceso de uso?, ¿Bajo nivel de aditivos en el aceite por ser barato?, ¿Sobrecargas?
 - **Si es por exceso de uso**,
 - ¿Cuál es la frecuencia de cambio de aceite?, Si no está documentada, ¿Por qué?
 - ¿Falta de sistema de control?
 - ¿Falta de seriedad en mantenimiento?
 - ¿Cómo determinaron el intervalo entre cambios?
 - ¿Por el manual del equipo?
 - ¿Para que temperatura, carga o tipo de aceite fue determinado ese intervalo?
 - Las temperaturas en Alemania o los EEUU no son las mismas que en Bolivia, ni la temperatura de La Paz es la misma que la de Santa Cruz.
 - Nuestras plantas normalmente operan a temperatura del ambiente, mientras que en otras partes tienen calefacción o aire acondicionado.
 - Los aceites hechos en Europa o los EEUU no son los mismos que los fabricados por las mismas marcas en los países latinoamericanos.
 - ¿Análisis de aceite usado?
 - ¿Qué cambió desde esa determinación?
 - ¿Se aumentó la carga?
 - ¿Evaluaron la viscosidad que requiere esa nueva carga?
 - ¿Evaluaron la necesidad de aumentar la protección (prueba Timken® o otra) para evitar el aumento de temperatura o desgaste?
 - ¿Consideraron todos los cambios necesarios en equipos relacionados?

- o ¿Cambiaron de tipo de aceite?, Si cambiaron ¿Por qué?
 - ¿Comprar lo más barato?
 - Un aceite barato sufre mayor cizallamiento y oxidación que un aceite API grupo II o superior.
 - ¿Decisión del nuevo jefe?
 - ¿Basado en qué?
 - ¿Recomendación de terceros?
 - ¿Con que interés o conocimiento técnico?
 - ¿Desconocimiento de aceites y materiales?
 - Aditivos EP de Borato tienen mayor vida útil que los de azufre/fósforo.
 - Aceites sintéticos tienen mayor vida útil que los tradicionales.
 - Algunos aceites EP con azufre/fósforo atacan más el bronce que otros.
 - ¿Equivocación?
 - ¿Entrenamiento?
 - ¿Motivación?
 - ¿Identificación clara?
- o ¿Cambiaron de marca de aceite? ¿Por qué?
 - ¿Por comprar lo más barato?
 - ¿Por preferencia del nuevo jefe?
 - ¿Por recomendación de terceros?
- ¿Cambiaron cuando debían? Si no, ¿Por qué?
 - o ¿No había aceite para hacer el cambio?
 - o ¿No había presupuesto?
 - o ¿Decidieron no parar la producción solo para eso?
 - o ¿No había personal disponible?
 - o ¿No había personal capacitado?
 - o ¿El personal no entendía la necesidad?

Como pueden ver, cada uno de los puntos tiene a su vez otros puntos para investigar si realmente queremos llegar a la causa raíz real. Muchas de las causas de un problema pueden también ser origen de causas de otros problemas. Hay que tener mucho cuidado en no presumir que ya encontramos la causa raíz antes de llegar al fondo.

Si vamos a llegar a la causa raíz e implementar soluciones que eliminen reparaciones y costos, debemos continuar preguntándonos ¿Por qué? y ¿Cómo?, hasta encontrar todas las posibles causas y efectuar las soluciones.

Recomendaciones

La reparación del equipo, sea móvil o estacionario puede ser considerado un gasto inevitable o una oportunidad de mejorar nuestro mantenimiento. Si la consideramos como un gasto inevitable continuaremos reparando por fallas similares hasta salir en quiebra. Si nos sentamos a investigar la causa y la buscamos hasta llegar a la causa raíz, aplicando esas soluciones a equipos similares, a plantas similares y entrenamos al personal, estaremos empleando la estrategia de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Si nos tomamos un momento para reflexionar sobre las últimas fallas que hemos sufrido en nuestras plantas, equipos, autos o casas: ¿Qué hicimos?, ¿Buscamos la causa raíz o reparamos como siempre?

Si, esto también se aplica en nuestras casas. Por ejemplo, poco después de la terminación de un nuevo cuarto en mi casa, llegaron las lluvias, que penetraron por las paredes pelando la pintura y el estuco. El constructor mandó el albañil y pintor para repararlas (a costo de él). También repintó el exterior con la misma pintura barata de antes. La próxima lluvia tuve el mismo resultado y la misma reparación, etc. Obviamente es un poco tarde para poner un impermeabilizante en el estuco, pero consultando con expertos encontré una pintura diseñada para exteriores y lluvia. Repintamos con esta pintura (Coralflex) y solucionamos el problema. Nunca se iba a solucionar replanchando y repintando el interior con pintura común.

Cuando evaluamos nuestros esfuerzos de Análisis de Causa Raíz (RCA), ¿dónde calificamos? Tenemos que ser honestos y tomar acciones proactivas para reducir el costo de mantenimiento.

El verdadero RCA requiere que tomemos el tiempo necesario para buscar las causas en vez de hacer el gasto o el esfuerzo y arriesgarnos a estar equivocados.

Todos los días tenemos una nueva oportunidad para implementar o mejorar nuestras actuales técnicas de RCA a partir de la fuerza con la que queramos resolver nuestros problemas y por ende los costos de nuestras empresas.

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: www.widman.biz

Si usted conoce a otra persona que estará interesada en recibir estos boletines, favor responder al scz@widman.biz recibir estos boletines mensualmente, favor responder al scz@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 scz@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.