

# La Vida Útil del Motor – Refrigeración

*Este boletín #11 es el trabajo de Richard Widman de Widman International SRL, Santa Cruz, Bolivia, escrito para informar a los ingenieros del daño causado por las prácticas tradicionales en los talleres del país. Es el resumen de años de análisis de aceites y estudios de problemas de motores en Bolivia.*

---

Este es el quinto de una serie de boletines donde revelaremos los secretos de la vida larga para los equipos automotrices e industriales. En este boletín hablaremos de las temperaturas óptimas para la combustión, los requerimientos de refrigeración de los motores, las condiciones operacionales, los hábitos tradicionales de los talleres que causan daños al motor y que aumentan los costos de operación, frecuencia de reparaciones y las tecnologías disponibles para mantener el motor en su punto de eficiencia.

En boletines anteriores hablamos de los efectos de contaminación en los motores y las transmisiones incluyendo los requerimientos de lubricación. También cubrimos las características de grasa y su uso en rodamientos. Todos los boletines están disponibles en nuestra página Web: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

El sistema de refrigeración del motor de combustión interna esta diseñada para proveer años de servicio sin otra necesidad que el cambio periódico del Refrigerante, manteniendo la temperatura del motor en el rango necesario para aprovechar su máxima vida útil.

## **El diseño del motor.**

Los motores de combustión interna están diseñados para operar eficientemente por un largo tiempo mientras se mantenga la temperatura interna **entre 82°C y 100°C**. Existe un punto óptimo de temperatura en cada marca, pero todos están dentro de este rango.

Si operamos con la temperatura por encima de este rango:

1. Corremos el riesgo de reducir la viscosidad del aceite, disminuyendo la protección al desgaste.
2. Provocamos incremento de fricción entre las piezas móviles.
3. Incrementamos el calentamiento de las piezas.
4. Causamos tecteo por encender el combustible en el cilindro antes de tiempo.

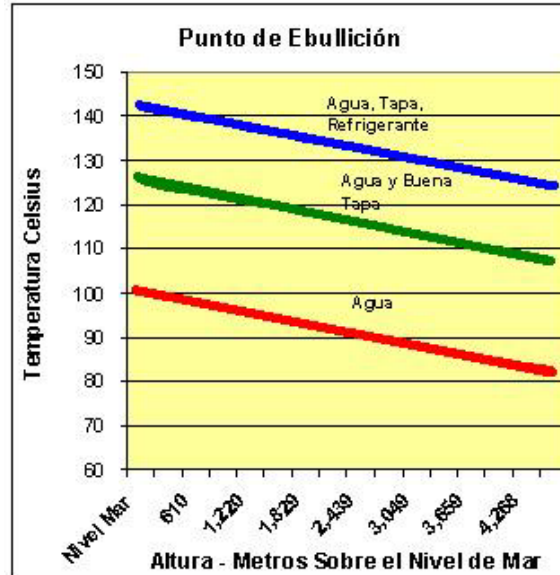
Si operamos con una temperatura por debajo de este rango:

1. Aumentamos el consumo de combustible porque el sistema ajusta la mezcla para la temperatura del motor.
2. Acumulamos agua en el aceite como residuo de la combustión, causando corrosión, herrumbre, formación de lodos, taponamiento del filtro de aceite y por ende la circulación de aceite “sucio” por el motor.
3. Aumentamos el consumo de aceite y desgaste de piezas porque ellas están diseñadas para expandir hasta su tamaño y tolerancia normal cuando están en el rango correcto de temperatura.
4. Reducimos la potencia del motor por la pérdida de compresión (punto 3) y la falta de temperatura para una combustión eficiente.
5. Causamos herrumbre en el sistema de escape por la falta de evaporación del agua residual de la combustión.
6. Causamos depósitos de nitración, carbón y barniz en las válvulas, bujías y pistones.

## Efectos de la altura (sobre el nivel del mar) en el refrigerante y el sistema.

El punto de ebullición del agua varía en diferentes partes del país de acuerdo a la altitud, encontrándose entre 85°C a 99°C. Si no mantenemos el sistema trabajando como fue diseñado, tendremos problemas de pérdida de agua y sobrecalentamiento del motor.

El sistema de refrigeración está diseñado para operar presurizado a 15 psi (1 bar). Esta presión esta determinada por el diseño de la tapa del radiador. La tapa correcta sube la temperatura de ebullición del agua 25°C, compensando por una parte la eficiencia que perdemos por estar sobre el nivel del mar. Un mecánico me dijo una vez que para evitar problemas de rotura de radiadores, hay que dejar la tapa suelta. Esto ocasiona una baja del punto de ebullición y problemas de pérdida de agua y posibles daños severos. La tapa tiene que sellar bien contra el cuello del radiador y mantener la presión correcta.



El refrigerante, cuando es correctamente mezclado con el agua aumenta la temperatura de ebullición 16.7°C más. Cuando combinamos la tapa correcta y un buen refrigerante, tenemos una ventaja de casi 42°C para compensar por la altura o la temperatura del ambiente.

## La Necesidad del Sistema de Refrigeración.

Cuando quemamos combustible aprovechamos aproximadamente 30% de su energía para mover el vehículo, generar luz o mover nuestra maquina. Lo demás se convierte en calor: 33% pasa por el caño de escape, 7% al medio ambiente por el contacto con el aire, y 30% va al agua y el aceite para ser absorbido por el sistema de refrigeración.

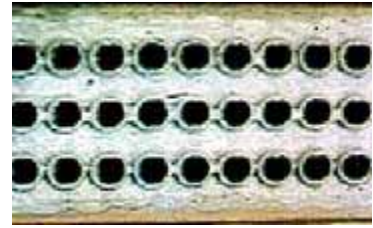


Para que éste sistema trabaje eficientemente, tiene que estar libre de corrosión, obstáculos, y lodos. Un poco de corrosión restringe la circulación, causa cavitación y evita la transferencia del calor de la combustión al agua.

## Componentes del sistema.

La vida del motor depende de la funcionalidad de todos los componentes del sistema al 100% de su capacidad. No podemos anular partes del sistema y esperar los mismos resultados. El **Mantenimiento Proactivo** demanda que busquemos eficiencia en cada componente para garantizar la vida del motor:

**El Radiador.-** El radiador viene diseñado de fábrica para el tamaño y la carga anticipada del motor. Si lo reemplazamos con un radiador más pequeño, tendremos problemas de refrigeración. Si se tapa con residuos de corrosión, pierde eficiencia y sobrecalienta el motor. Hay que evitar la corrosión. La foto corresponde al radiador de un camión con 600,000 kilómetros de recorrido usando un refrigerante de última generación que utiliza Carboxilatos.



El radiador también pierde su eficiencia por aletas dobladas o bloqueadas por insectos y barro acumulados, o por que el mecánico bloquea partes dañadas en vez de arreglarlas o reemplazarlas.

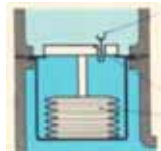
**La Tapa del radiador.-** Es un componente crítico para el funcionamiento del sistema. Si su resorte esta dañado, la goma gastada ó seca, no mantiene la presión necesaria para evitar la ebullición.

**El depósito de expansión.-** Muchos sistemas utilizan un depósito para recibir el exceso refrigerante generado por la expansión del mismo, permitiendo su retorno al radiador cuando el sistema se enfría. Cuando el sistema no cuenta con éste elemento, requiere un colchón de aire en la parte superior del radiador para comprimirse en el calor, absorbiendo la diferencia de volumen.

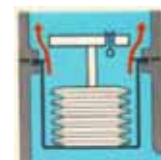
**La Bomba de agua.-** La bomba de agua gira con la misma velocidad que el motor, por un engranaje o polea. El exceso de agua empujado vuelve directamente al radiador. Cuando la bomba sufre de cavitación, corrosión o abrasión, pierde eficiencia. Evitaremos estos daños si aplicamos un buen refrigerante en el sistema y facilitaremos la circulación del agua. En esta foto podemos ver la cavitación causada por el movimiento del agua por las aletas de la bomba al no ser protegida con un buen refrigerante/anti-corrosivo.



**El Termostato.-** Tal como un atleta que tiene que calentarse antes de correr, el termostato funciona para calentar el motor antes de trabajar y lo mantiene a la temperatura óptima para su trabajo. Así el termostato es el controlador de la temperatura.



Cuando la temperatura del motor se acerca a la temperatura nominal del termostato (normalmente 80°C), este empieza a abrirse, dejando pasar un poco de agua para mezclarse con el agua caliente e iniciar el proceso de refrigeración. Cuando el motor se calienta totalmente, el termostato se abre a plenitud, controlando la velocidad de circulación del agua.



Cuando el motor esta caliente y no está colocado el termostato, el agua pasa por el bloque demasiado rápido sin tener una transferencia eficiente de temperatura, ocasionando el sobrecalentamiento del motor.

Si la temperatura ambiente baja la temperatura del motor por debajo de 80°C, el termostato se sierra manteniendo la temperatura correcta para la quema eficiente del combustible.

El termostato de 80°C normalmente empieza a abrirse a 80°C y queda totalmente abierto después de los 93°C. Esto garantiza que el motor trabaje en su rango de temperatura ideal.



### **¿Por qué nuestros mecánicos eliminan los termostatos de los motores?**

Aparentemente creen que saben más que los ingenieros de Toyota, Nissan, Volvo, etc. Muchos creen que el motor debería operar lo mas frío posible. Algunos dicen que se truncan (Si operamos solamente con agua, habrá corrosión y esto puede acontecer.) Otros dicen que se rompe la culata cuando el termostato se abre y deja pasar el agua fría (La rotura de la culata normalmente proviene del no utilizar un torquímetro al armar el motor). En las dos fotos de la derecha, podemos ver la corrosión de un termostato con pocos kilómetros de recorrido y otro de un camión con 600,000 kilómetros con la protección de un refrigerante de última generación que utiliza Carboxilatos.



#### **El problema de la eliminación de termostatos se vuelve más crítico con la conversión del motor a GNC o GLP.-**

Cuando el motor a gas trabaja por debajo de 82°C los pistones y las válvulas se llenan de depósitos blancos por la nitración del aceite. Las fotos corresponden a un motor Chevrolet convertido a GNC. Estos depósitos son totalmente controlables con un mantenimiento proactivo.



Muchos mecánicos piensan que esto es el “resecado” del motor por el gas y quieren desarmar el motor con frecuencia para eliminar éstos depósitos. La solución para ello es restituir el termostato y utilizar un aceite de máxima calidad para motor a gasolina API SL. Los mejores resultados vienen de un aceite API SL con aceite básico Grupo II ó superior.

**Los Conductos.-** Los conductos recorren por el motor, tratando de absorber todo el calor posible. Entre mas corrosión y obstrucciones se encuentren (a veces el exceso de selladores de empaquetaduras o empaquetaduras mal fabricadas), menos será la circulación y menor el calor que llevará al radiador para ser disipado.

**El Ventilador.-** El ventilador es un elemento crítico en el sistema de refrigeración a velocidades inferiores a 70 km/h. Sobre ésta velocidad, el flujo de aire actúa con la misma eficiencia hasta el punto de que la fuerza requerida para pasar por el viento causa demasiado estrés al motor y se calienta mas. Si la correa del ventilador está seca o gastada, el ventilador no gira a la velocidad correcta, reduciendo la eficiencia del radiador. Algunos autos tienen ventiladores eléctricos que operan con su propio termostato o sensor de temperatura, activando el ventilador cuando requiere y manteniéndolo girando después de apagar el motor hasta que se enfría el sistema.

**Las Mangueras.-** Las mangueras forman una parte importante en el sistema. Por falla de una manguera se puede perder todo el refrigerante y posiblemente fundir el motor. La manguera de salida del radiador es reforzada para resistir la succión creada por la bomba.

## Los Refrigerantes:

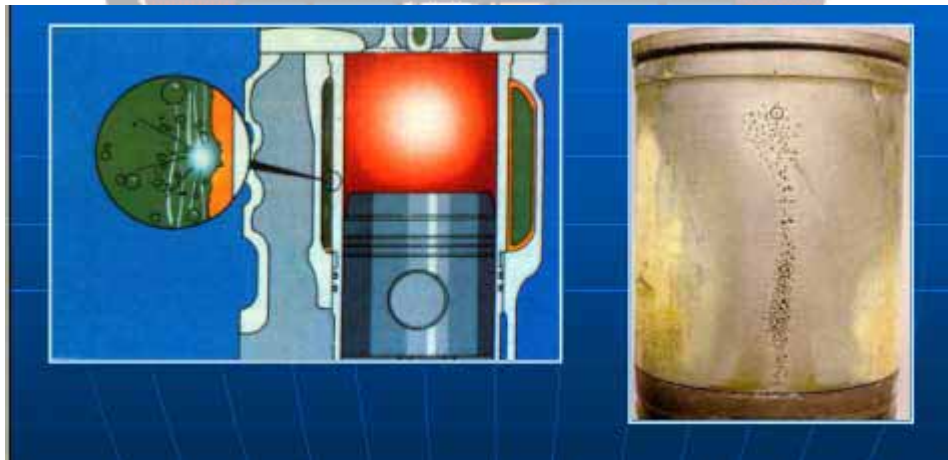
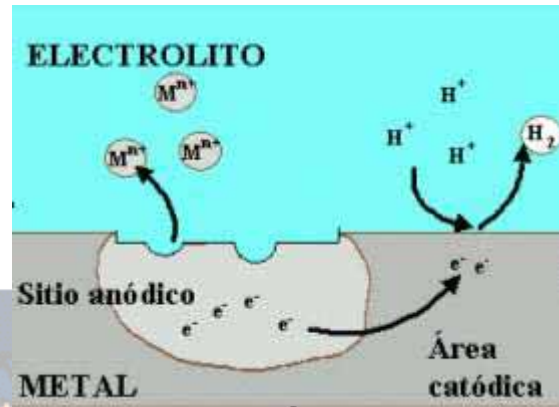
Hay varias opciones de refrigerantes para circular en el sistema:

1. Agua.
2. “Agua verde” (vendida en la mayoría de puestos).
3. Refrigerante/Anticongelante/Anticorrosivo tradicional a base de etilenglicol (normalmente **Verde** o **amarillo**).
4. Refrigerante/Anticongelante/Anticorrosivo a base de etilenglicol y Carboxilatos (normalmente **Anaranjado** o **Rojo**).

Vemos los efectos de las cuatro opciones:

1. El uso de agua sola es la peor posible.

El agua actúa como electrolito entre el sitio anódico y el área catódica, causando corrosión. Esta corrosión ocurre más en áreas donde hay diferencias de presión y la tendencia de formar cavitación. El resultado es una restricción en el flujo, una reducida transferencia de calor, un tapado del radiador con residuos metálicos y el calentamiento del motor. Con el uso de agua pura, el agua hierve 17°C más frío y tenemos serios problemas de cavitación de camisas donde la expansión y contracción rápida de la camisa en el lado opuesto a la biela en cada bajada del pistón.



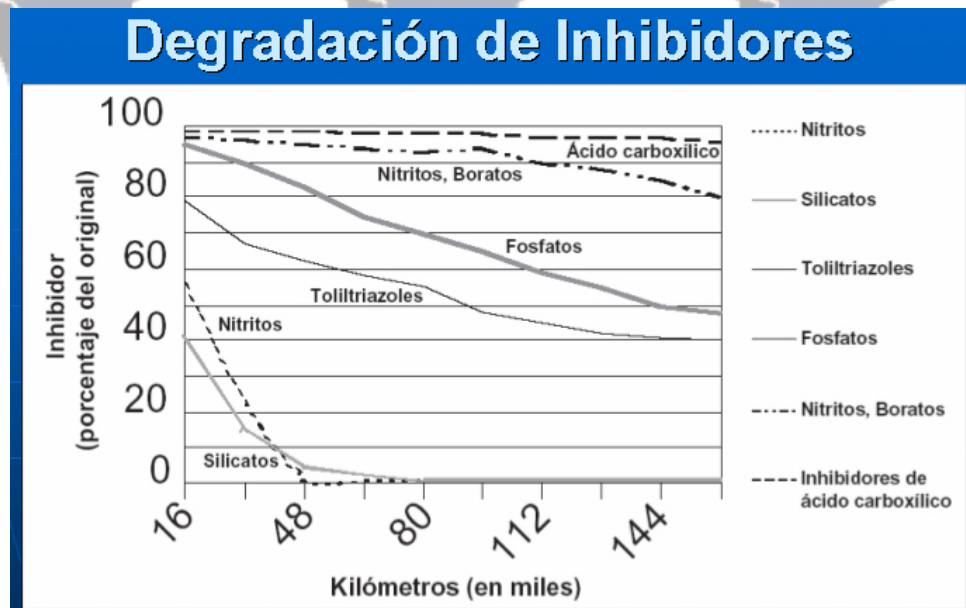
Esta cavitación continúa hasta perforar la camisa o el bloque, obligando al dueño a reparar el motor cuando entra agua al cilindro y al aceite. Esta cavitación o “picada” de la camisa es totalmente evitable.

2. El uso de “agua verde” vendido en muchos kioscos depende de la formulación, la fábrica y mucha información que no se dispone. A veces es solamente agua con colorante. Cuando tienen aditivos anti-corrosivos, normalmente actúan como aislante sobre toda la superficie, reduciendo la transferencia de calor del bloque al agua.

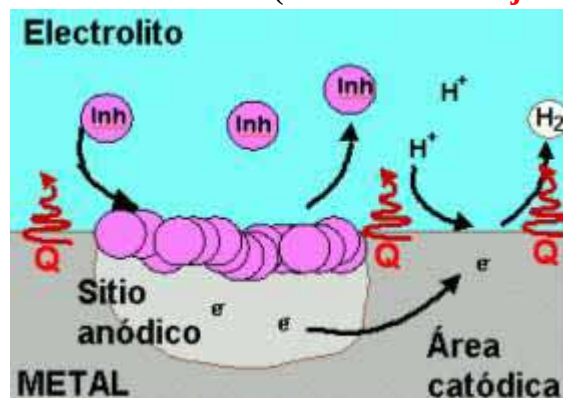
3. Refrigerante/Anticongelante/Anticorrosivo tradicionales (**Verde**), son buenos para evitar la corrosión y el congelamiento y aumentan el punto de ebullición. El problema es que tiene una vida relativamente corta. Hay que reemplazarlos cada año por la caída de sus aditivos. Cuando se coloca con agua dura o salada, reacciona y cae sus aditivos más rápido. También reduce la transferencia de calor por su acción aislante como vemos en el gráfico de la derecha.



En el próximo cuadro podemos ver con la rapidez que se separan y caen los **nitritos**, **silicatos** y **fosfatos** utilizados en los refrigerantes tradicionales. Estos aditivos terminan en el rodamiento de la bomba de agua, acortando la vida útil de la misma. En los primeros 16,000 kilómetros 50% de sus silicatos y nitritos han caído, dejando el sistema sin mucha protección contra la corrosión y cavitación.



4. Los nuevos Refrigerantes/Anticongelantes/Anticorrosivos (normalmente **Rojo** o **Anaranjado**) a base de etilenglicol con ácido carboxilato y toliltriaazol, reaccionan con los metales para protegerlos solamente donde hay acción corrosiva. No forman una capa total de aislante. Esto resulta en 8% más transferencia de calor que los productos de formulación tradicional. Sus compuestos se mantienen por mayor tiempo, evitando el costo de reemplazarlo y el riesgo de operar después de acabada la protección.



## Recomendaciones.

Alcanzar bajos costos operacionales depende de un buen mantenimiento. Una de las herramientas más fuertes que tenemos para bajar costos es el **mantenimiento proactivo**. Si queremos practicar mantenimiento proactivo con nuestros motores, debemos revisarlos todos.

1. El motor que no cuenta con un termostato debería entrar en prioridad para restituirlo.
2. Revisar el sistema. Si hay corrosión, hay que lavarlo con un producto que elimina lo que quede de la corrosión, enjuagarlo con bastante agua y revisar para pérdidas. No se olviden de abrir la válvula de calefacción (si hay) para que el limpiador circule por todo el sistema.
3. Revisar las aletas del radiador para asegurar que estén rectas y limpias, eliminando barro, insectos y daños causados por mecánicos descuidados.
4. Revisar las mangueras, reemplazando las que están débiles, secas o degradadas. No se olviden de las mangueras de la calefacción si las tiene.
5. Revisar las correas, reemplazando las que están secas, gastadas o débiles.
6. Colocar una mezcla de 50% Refrigerante/Anticongelante/Anticorrosivo a base de Carboxilato (como Chevron Delo Extended Life Coolant/Antifreeze) y 50% agua destilada. Aunque los productos a base de carboxilato trabajan mejor que los productos tradicionales con agua dura, el uso de agua de pozo o de grifo puede traer problemas por la cantidad de sal o cloro que contienen.
7. Siempre después de cambiar el agua del sistema, revise luego el nivel de agua, después que se calienta y enfría el motor uno o dos ciclos. Durante ese periodo saldrá todo el aire atrapado y se quedará lleno el sistema.
8. Nunca operar con un nivel bajo de refrigerante donde se puede incorporar aire al sistema. Este aire causa la formación de sustancias gelatinosas y cavitación.
9. Si el sistema tiene un tanque o reservorio para almacenar el exceso de refrigerante, mantener el nivel entre máximo y mínimo, sin destapar el radiador.
10. Si el sistema no tiene un tanque separado y se llena por el mismo radiador, no trate de llenarlo hasta el cuello. Deje unos 2 centímetros de aire entre el cuello y la mezcla.
11. Si el motor se encuentra en una situación que se esta calentando mas de lo normal:
  - Apague el aire acondicionado (si hay). Esto reduce el trabajo de motor y su temperatura.
  - Prenda la calefacción al máximo. El calor que entra a la cabina es calor que se quita del motor.
  - Si se encuentra en tráfico y no puede moverse, apague el motor, abra el capó, y déjelo enfriar.
  - Si se encuentra en la carretera, revise su velocidad. Hay una velocidad que dará bastante aire al motor para enfriarlo. Pasando esa velocidad, se calienta mas por el trabajo que hace el motor al empujar contra el aire.
  - NUNCA aumente agua a un motor caliente sin tenerlo funcionando. Esto permite que el agua nueva se mezcle con el agua caliente en el radiador antes de entrar al motor.



## Resumen:

La inversión que tiene cada individuo o empresa en equipo o vehículos es apreciable. Hoy en día los vehículos y equipos están diseñados para proveer muchos años de servicio sin reparaciones generales. Para cumplir con nuestro deber de mantenerlos tenemos que evitar su destrucción por refrigerantes o lubricantes incorrectos y contaminantes del ambiente, capacitando a nuestros mecánicos y cambiando su mentalidad tradicional que esta orientada al **mantenimiento correctivo** hacia una actitud de **mantenimiento proactivo**.

*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](http://www.widman.biz)*

Si usted conoce a otra persona que estará interesada en recibir estos boletines, favor responder al [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) con el email que quiere adicionar.

Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, favor responder al [scz@widman.biz](mailto:scz@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 [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.*

