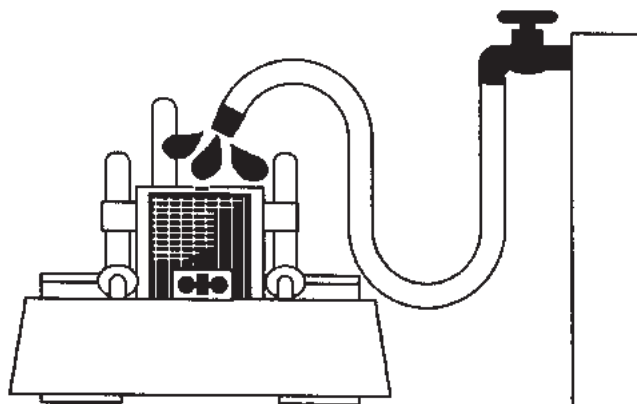


# REFRIGERANTE PARA EL MOTOR

Los motores usados en equipos de construcción están proporcionando mayor velocidad, mayor potencia de salida y mayor rendimiento. El motor es el corazón del equipo de construcción y mantener el motor en buenas condiciones contribuye enormemente al rendimiento general de la maquina jugando un papel importante en su disponibilidad. Para conservar el rendimiento del motor es necesario controlar el aceite, el combustible, el refrigerante y el aire de admisión. Los equipos de construcción, de manera especial, se emplean bajo condiciones muy duras, y por lo tanto, el control del refrigerante es factor importante para el motor.



## Para prolongar la vida útil del motor

Use agua de enfriamiento de buena calidad

Cambie el agua de enfriamiento en forma periódica y lave el sistema

Evite el recalentamiento y el exceso de enfriamiento

Use el anticongelante y aditivos apropiados

Periódicamente limpie e inspeccione el radiador, el área del motor, y el sistema de enfriamiento

# KOMATSU

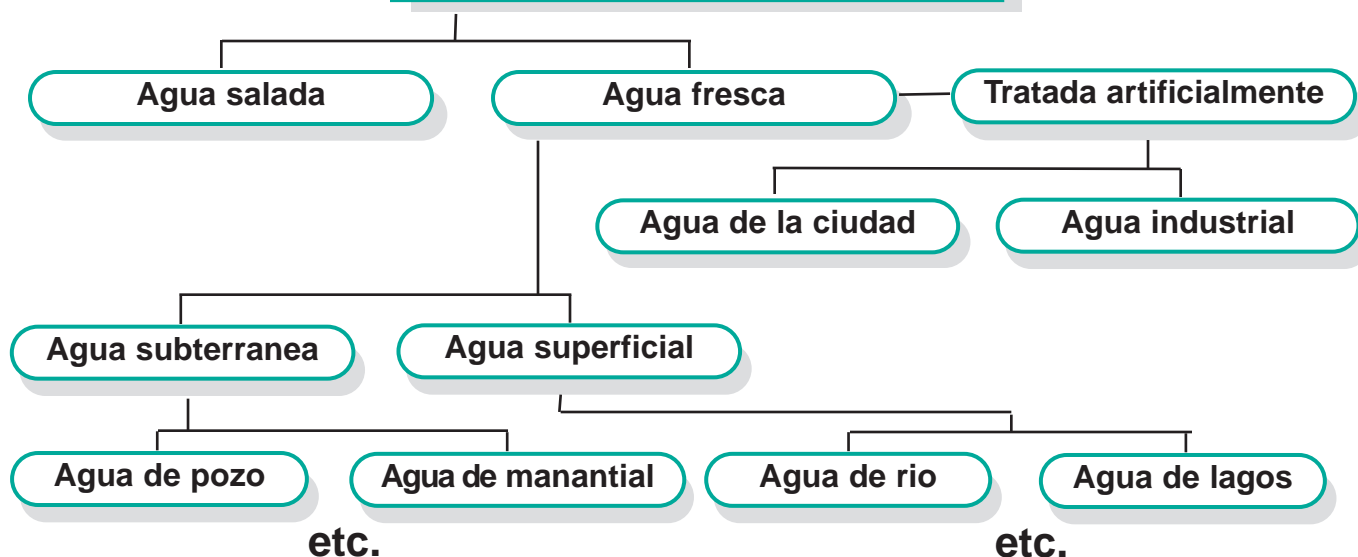
# CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE

## AGUA

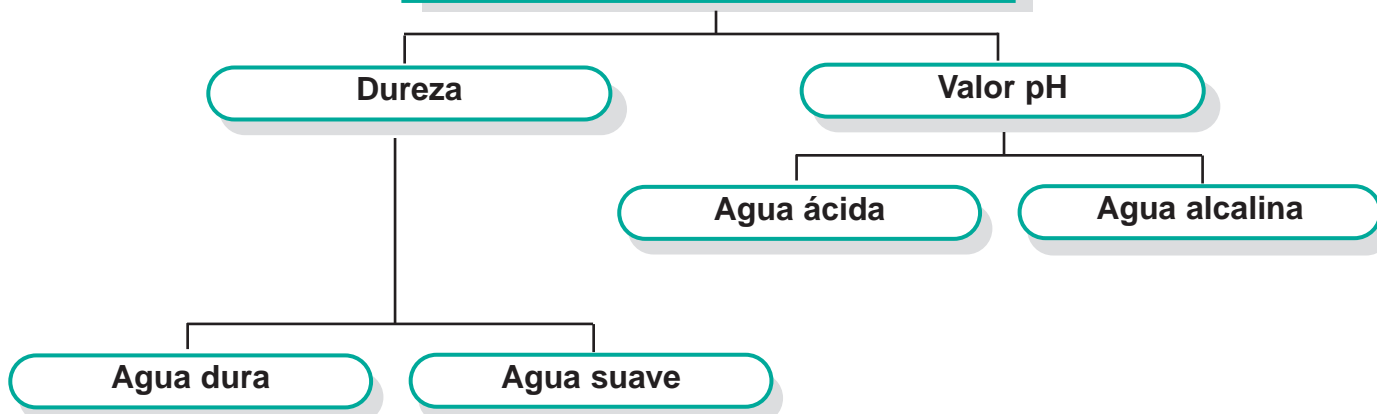
### DESCRIPCION DEL AGUA

Exceptuando el agua de la ciudad y el agua industrial, el agua natural siempre contiene sustancias orgánicas, sustancias inorgánicas y coloides. Las impurezas y propiedades del agua también difieren según el lugar.

#### Calidad según el lugar



#### Categoría según la calidad



# EL REFRIGERANTE DEL MOTOR

## Distintas características del agua natural

### Tipos y cantidades de impurezas

Cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cloruros, sulfatos, carbonatos, nitratos, nitritos, sustancias orgánicas, etc.

### Acción del ácido carbónico

Acido carbónico descompone los sulfuros y hace sulfuro de hidrógeno. Esto se convierte en impureza en aguas subterráneas.

### Solubilidad y reacción mutua de las sales

La reacción mutua de las sales tiene influencia importante en la capacidad del agua para disolver sustancias. Por esta razón, en agua salada las sustancias se disuelven con mayor facilidad.

### Dureza

El hierro y el manganeso aparecen sólo en pequeñas cantidades. La dureza está formada por la cal ( $\text{CaCO}_3$ ), (carbonato de calcio). La dureza del agua se expresa por la cantidad de estas sustancias disueltas en el agua. Estos compuestos químicos se disuelven y forman sedimentos y escamas.

### Acción corrosiva del agua

Si se pone metal en agua, se genera una diferencia en el potencial eléctrico y esto crea una pequeña célula que genera corriente. Si hay oxígeno disuelto en el agua, esto provoca la oxidación del hidrógeno dando por resultado la corrosión. El agua se pega como fina capa a la superficie del material del componente mecánico y esto genera la herrumbre y progresa la corrosión.

# CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE

## Indicación de dureza

**Dureza Alemana (esta indicación también se usa en el Japón)**

10 es la indicación cuando 10 gramos de cal ( $\text{CaO}$ ) se disuelven en  $1\text{m}^3$  de agua. Un factor de  $\text{CaO/Mg}=1.4$  (7.14 gramos de óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ) cuando hay 10 gramos de óxido de calcio ( $\text{CaO}$ )) se usan para convertir a dureza de cal.

**Dureza Francesa**

10 es la indicación cuando 10g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) se disuelven en  $1\text{m}^3$  de agua. Equivale a 0.56 de la dureza Alemana.

**Dureza Inglesa**

10 es la indicación cuando 10g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) se disuelven en  $0.7\text{m}^3$  de agua. Equivale a 0.8 de la dureza Alemana.

## Categorías de dureza en el agua (Dureza Alemana)

**0 - 4°**  
**4 - 8°**  
**8 - 12°**  
**12 - 18°**  
**18 - 30°**  
**Sobre 30°**

Agua extra suave

Agua suave

Agua mediana

Agua ligeramente dura

Agua dura

Agua extra dura

# EL REFRIGERANTE DEL MOTOR

## Agua alrededor del mundo

Las sustancias químicas disueltas en el agua difieren enormemente según el área.

Se dice que en Japón el agua es de buena calidad. Aguas naturales famosas están alrededor de 1° y en Japón, hay poca agua natural que tenga más de 10°. Con el agua de ciudad en Alemania, las diferencias son grandes, desde 0.7° hasta 7°, pero hasta hay ciudades donde el agua es de 30° ~ 40°. En términos generales, la dureza del agua de la ciudad es agua suave o menor, de manera que recomendamos el uso de agua de la ciudad como refrigerante para el motor.

## Agua buena y agua mala como refrigerante



El bajo contenido de impurezas, agua suave con poca dureza, agua fresca sin contenido de sales. En otras palabras, aguas que cumplan las normas para la calidad del agua: agua de la ciudad, agua destilada, agua tratada mediante dispositivo suavizador de agua o dispositivo purificador



El agua con alta dureza que contengan grandes cantidades de impurezas, aguas con contenido de sales: agua de ríos, agua de pozos, agua de simples tuberías de suministro de agua, agua de mar, agua de pocetas.

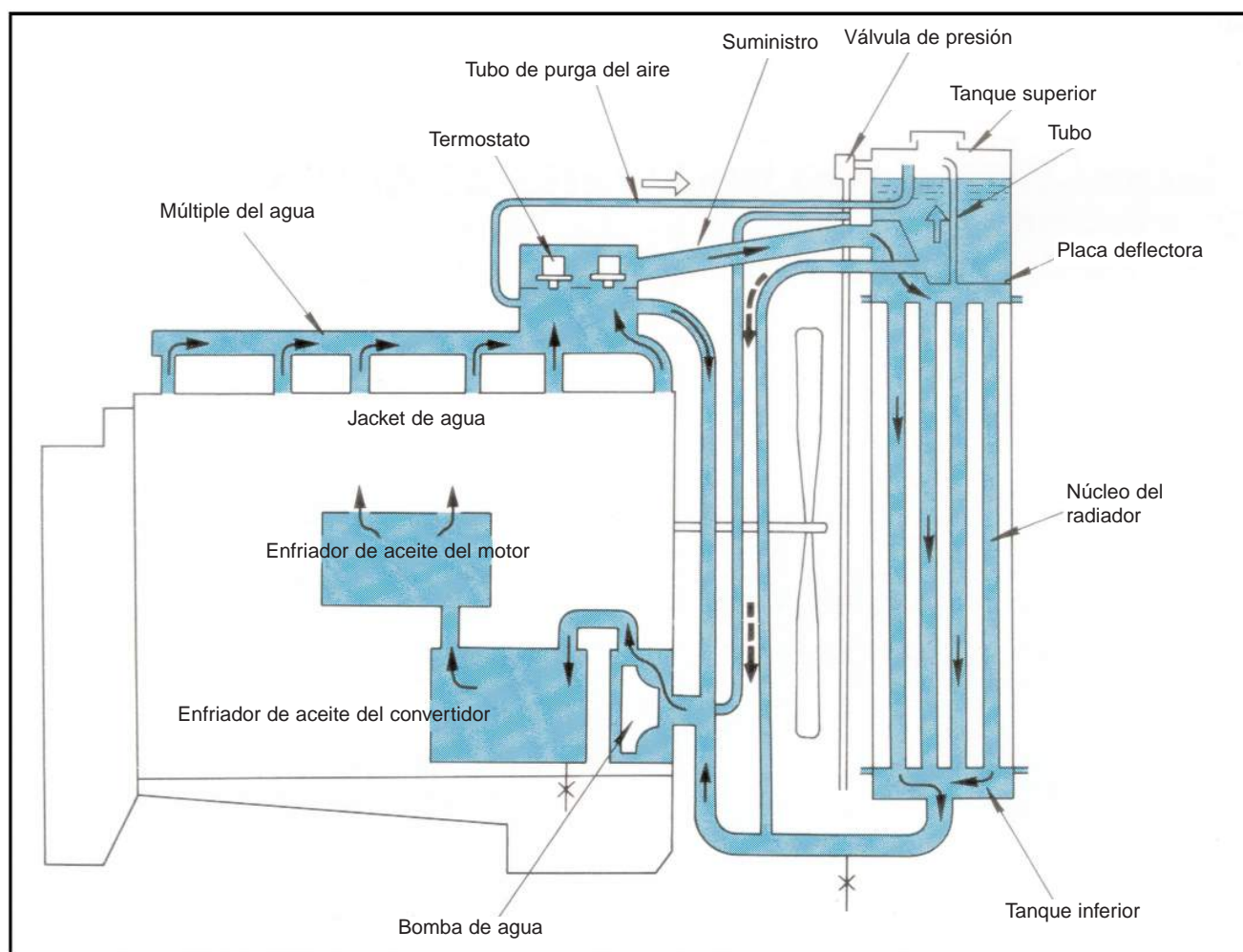
# CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE

## Refrigerante y sistema de enfriamiento

Es muy grande la cantidad de calor producido por el motor en los equipos de construcción, de manera que el sistema de enfriamiento casi siempre es enfriado por agua (con un radiador) que tiene el efecto enfriador. Un motor quema combustible para producir trabajo, y genera una enorme cantidad de calor. Este calor puede ser aproximadamente las 2/3 partes de la energía contenida en el combustible. De esto, aproximadamente la mitad se escapa como gases de escape, pero el calor remanente debe ser enfriado de sus alrededores.

### Circuito del refrigerante en motor enfriado por agua

El diagrama de abajo muestra el circuito típico de un motor enfriado por agua en equipos de construcción.



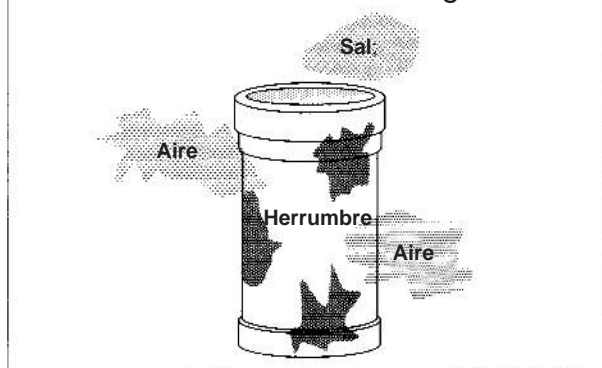
# EL REFRIGERANTE DEL MOTOR

## de los equipos de construcción

### Problemas derivados del uso de agua mala y las causas de estos problemas

#### Herrumbre

Efecto: Corrosión en varios lugares



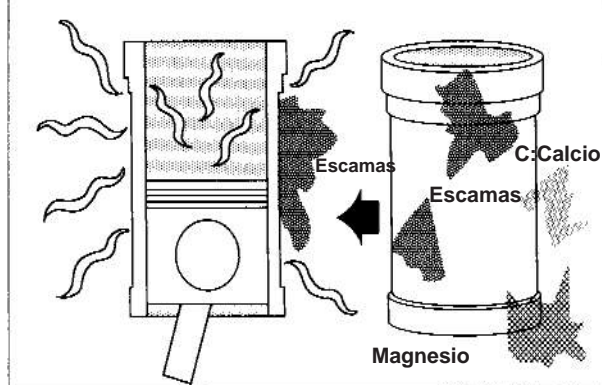
#### Causa:

El aire (oxígeno), la sal y los gases de escape disueltos en el agua de enfriamiento producen iones de oxígeno, de cloro y de ácido sulfúrico que corroen el hierro.

Cuando sube la temperatura del agua que contiene sales, la corrosión del hierro progresa rápidamente. Esto ocurre porque el Cl y el  $\text{SO}_4^{2-}$  se pegan a la superficie del hierro y hace que se oxide.

#### Escamas

Efecto: Descenso en enfriamiento



- : Recalentamiento
- : Daños a camisa y pistón
- : Se agarra a la superficie
- : Picaduras

#### Causa:

Los bicarbonatos del magnesio y del calcio que se encuentran en el agua se descomponen bajo el calor y forman escamas. El calcio se disuelve en el agua como carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  y al hacer contacto con altas temperaturas, el calcio y el Magnesio en el  $\text{MgCO}_3$  forman escamas. (Iones corrosivos: iones de cloro y de ácido sulfúrico.)

Cuando el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) hace contacto con altas temperaturas, forma el carbonato de sodio y se disuelve en el agua, pero no forma escamas. Cuando se usa anticongelante de pobre calidad se depositan los silicatos y forman escamas.

Sílice es como partículas de piedra. No se disuelven en el agua pero permanecen mezclada con ella. Si se pegan a las paredes, y se convertirán en escamas duras y no pueden eliminarse fácilmente. Cuanto más ácida y turbia sea el agua más fácil será remover las escamas.



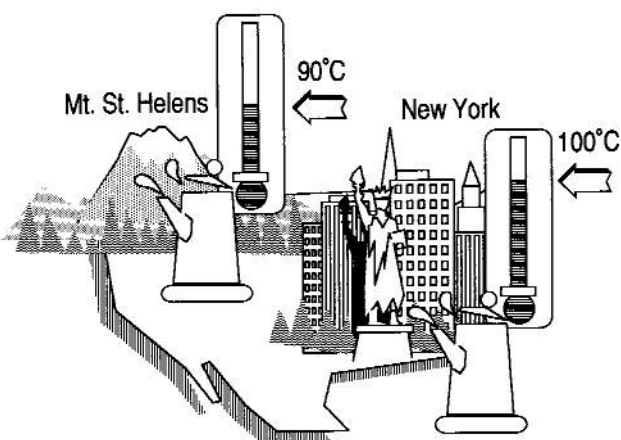
# CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE

## Función de la válvula de presión del radiador

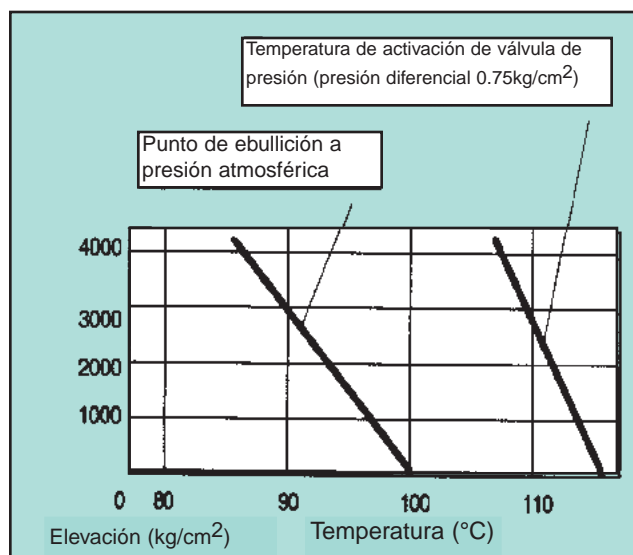
El agua de enfriamiento hierve a  $100^{\circ}\text{C}$ , pero en áreas montañosas y otras áreas elevadas donde la presión atmosférica es baja, hierve a menos de  $100^{\circ}\text{C}$ .

La tabla que sigue muestra la diferencia entre New York y Mt. St. Helens

	New York	Mt. St. Helens
Elevación (m)	10	2950
Presión (mmHg)	760	530
P/Ebullición ( $^{\circ}\text{C}$ )	100	90



La relación entre la altura sobre nivel del mar y el punto de ebullición se muestra en la gráfica

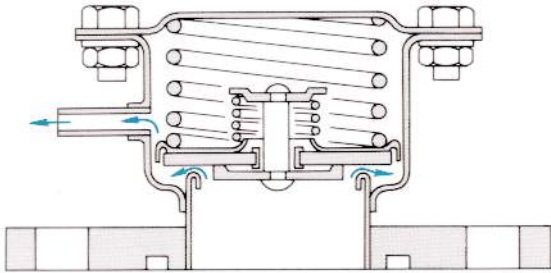


Cuando una máquina está trabajando en un área montañosa o punto elevado, si la presión dentro del radiador es igual a la presión atmosférica del exterior, el agua hervirá inmediatamente y se dañará el motor. Hasta en áreas bajas, si hay la menor sobrecarga, si la temperatura alrededor del cilindro excede los  $100^{\circ}\text{C}$  el agua se desbordará fuera del radiador.



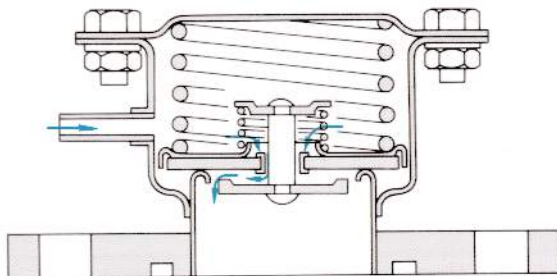
# EL REFRIGERANTE DEL MOTOR

## Acción de la válvula presión



Presión de activación:  $0,75\text{kg/cm}^2$   
(presión diferencial)

## Acción como válvula de vacío



Acción ante una presión negativa

La válvula de presión actúa para sellar la presión dentro del radiador hasta que el diferencial de presión con la presión atmosférica (diferencial de presión actuando sobre la válvula de presión) sea de  $0.75\text{kg/cm}^2$  aunque suba la temperatura del agua refrigerante. De esta forma se evita que hierva el agua o que se derrame.

Si se ha sellado la presión interna, se dificulta más la generación de burbujas por las camisas o por la bomba del agua y de esta forma se evitan las picaduras y la corrosión.

Si se aumenta la presión regulada de la válvula de presión, se aumentarán los esfuerzos internos sobre los componentes del sistema de enfriamiento de manera que, la presión regulada no debe elevarse demasiado.

Después de parar el motor el descenso de la temperatura del agua de enfriamiento provocará una presión negativa dentro del sistema de enfriamiento. La válvula de presión actúa como válvula de vacío para remover los esfuerzos internos y aliviar la presión negativa.

La tapa del radiador juega papel importante en esto, de manera que, indique al usuario que instale inmediatamente otra tapa nueva si hay daños o desaparece.

# CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE

## EJEMPLO DE PROBLEMAS QUE PROVOCAN

### CAUSAS

Falta de refrigerante

Agua refrigerante  
inadecuada

**Otros:**

(la correa del ventilador floja,  
bomba de agua defectuosa,  
gases de escape en el agua,  
materias extrañas en el  
agua)

# EL REFRIGERANTE DEL MOTOR

## TRASTORNOS CON EL AGUA REFRIGERANTE

### PROBLEMAS

El agua borbotea por el silenciador

Color del gas de escape (blanco, azul)

Ruido anormal

Derrame

Recalentamiento

Emulsificación del aceite del motor y del aceite del tren de potencia

El agua borbotea por el tanque superior

Herrumbre excesiva (roja)

Herrumbre excesiva (beige o negro)

El agua se ensucia rápidamente

Se forman burbujas

Emulsificación del refrigerante

### RESULTADOS

Picaduras de la camisa (agujereada)

Agarrotamiento, daños al pistón, a la camisa

Agarrotamiento de la válvula

Martilleo de agua

Corrosión en sistema/enfriamiento

Cuartheaduras en la culata

Deformación de la culata

Agarrotamiento de cojinetes

Obstrucción núcleo radiador

Picaduras por cavitación en impelente de bomba de agua

Picaduras en enfriador de aceite

Fugas de agua por sello de la bomba de agua

# RECOMENDACIONES SOBRE EL

## Puntos que se deben recordar

### Pruebas de la calidad del agua

Al seleccionar agua para el radiador, siempre realice una prueba de la calidad del agua para juzgar si el agua es apropiada. Siempre se debe usar agua de buena calidad pero si fuera imposible evitar el uso de agua de pobre calidad, es necesario actuar dándole tratamiento al agua o reducir el intervalo de los cambios de agua.

### Tratamiento del agua

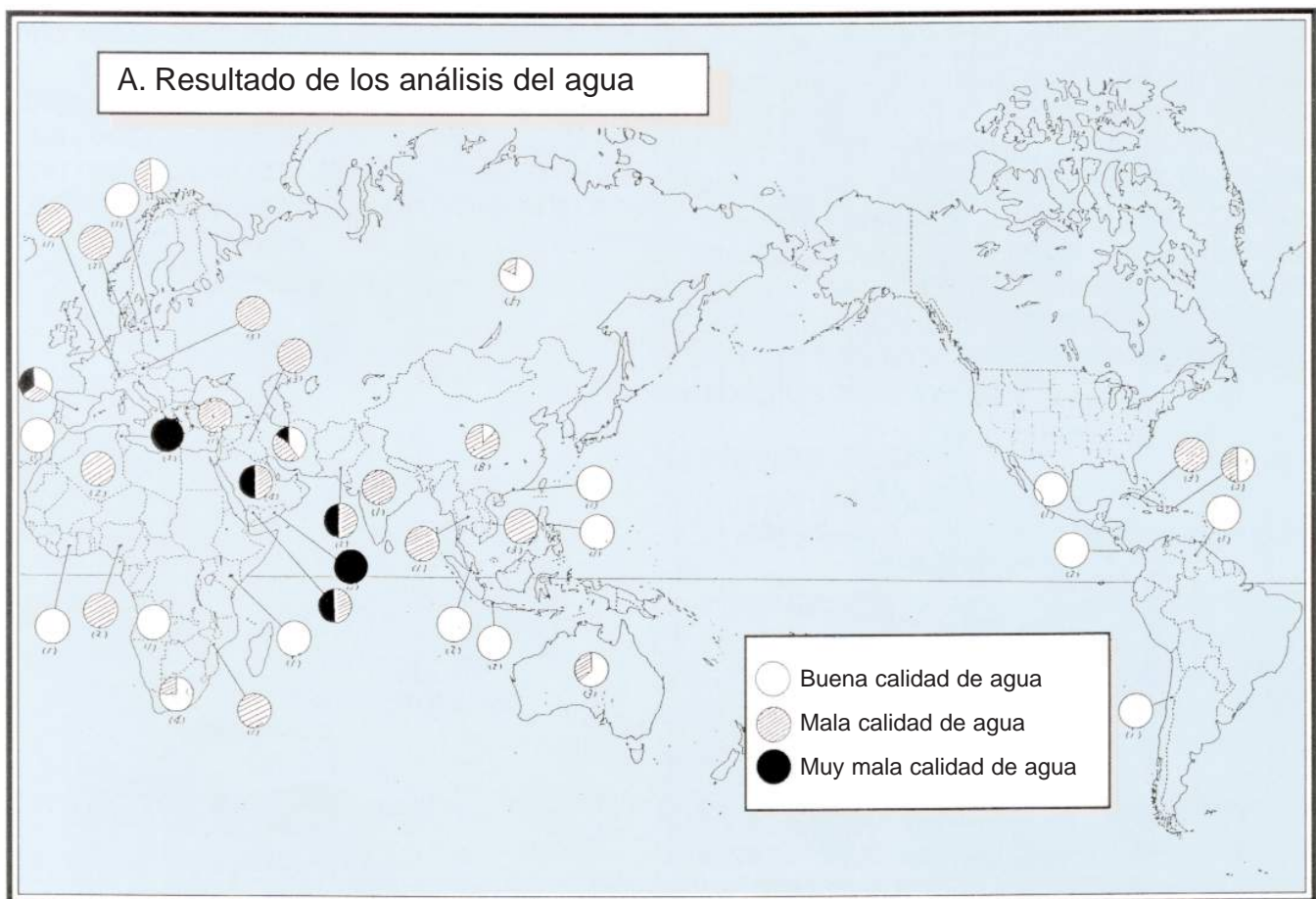
Si sólo hay disponible agua dura, use un suavizador para suavizar el agua, o emplee un aditivo en el agua para evitar escamas o corrosión. Los suavizadores de agua o aditivos inhibidores de escamas o corrosión se venden por fabricantes especializados en equipos de tratamiento de agua. Consulte con esos fabricantes. Si este tipo de tratamiento no está disponible y hay que usar el agua dura, hierva el agua, déjela enfriar y use el agua que se encuentre en la parte superior del envase. Si esto se hace, las sustancias tales como el bicarbonato de calcio son descompuestas por el calor.

Entonces forman el carbonato de calcio que se precipita como sedimento en el fondo. Hervir el agua también reduce el oxígeno disuelto en el agua. Si se usa agua que contenga sílice, déjela por varios días en una vasija que no se oxide y después use el agua de la parte superior.

# REFRIGERANTE DEL MOTOR

## Mapa mundial de la calidad del agua

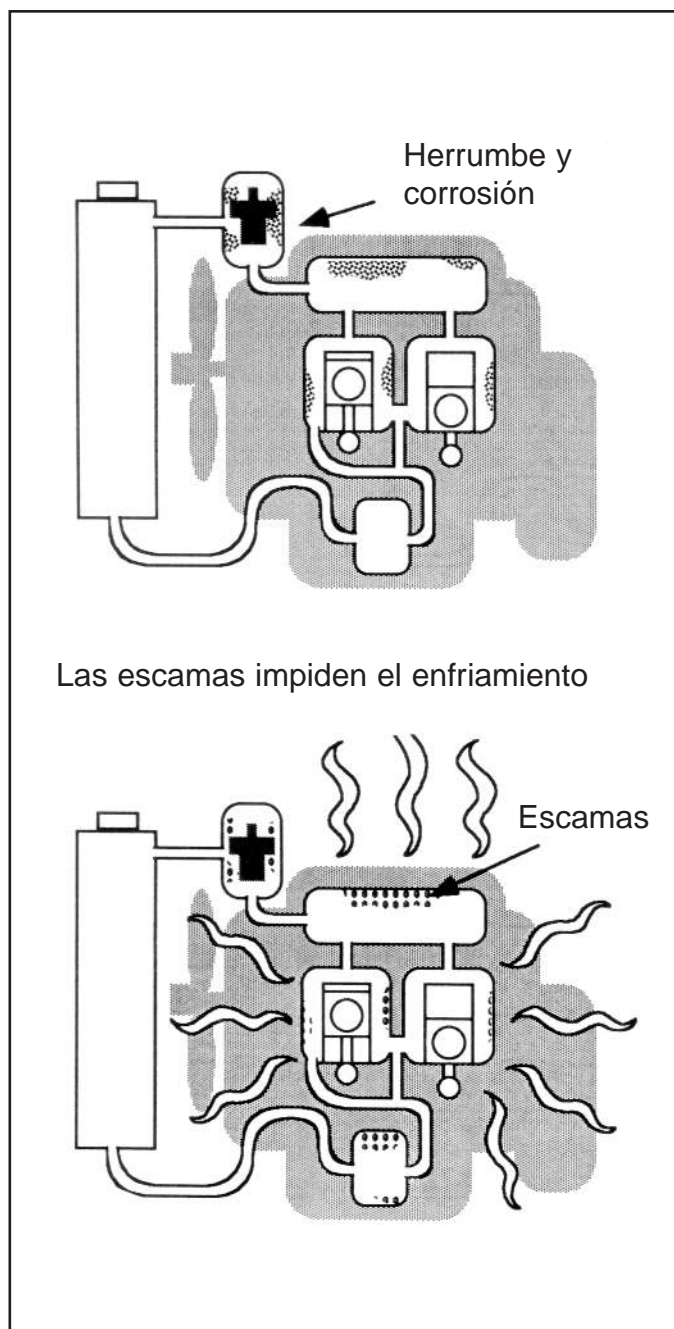
Komatsu entrega equipos de construcción en todas partes del mundo y usa los datos tomados de las muestras de agua de enfriamiento para juzgar la calidad del agua. Use como referencia el mapa sobre la calidad del agua en el mundo.



En términos generales, no es buena la calidad del agua de ciudad en el Medio Este y Africa. Hasta en América y Europa hay lugares en que la calidad del agua es extremadamente mala.

## Llenado y cambio del agua refrigerante

### Refrigerante



Cuando el agua para enfriamiento del motor se usa durante mucho tiempo, se torna sucia con herrumbre y corrosión.

La suciedad en el agua de enfriamiento bloquea las galerías y los tubos del radiador, reduce el efecto de enfriamiento y propicia la corrosión de la camisa de los cilindros y la bomba de agua.

Aunque el agua para enfriamiento del motor no esté sucia, las partículas de calcio y magnesio del agua forman escamas que se pegan a las paredes de las galerías de agua.

Cuando las escamas se pegan a las paredes de las galerías de agua, se produce una gran disminución en la transferencia térmica; se producen picaduras por alta temperatura en algunos lugares o se crea al aumento en las temperaturas del agua o aceite y en casos graves pueden conducir al recalentamiento.