

Manual de torres de enfriamiento

1. Introducción

En estas instrucciones de servicio, se indican los aspectos concernientes al funcionamiento, montaje y puesta en marcha de Torres de Enfriamiento.

Las instrucciones de servicio contienen, además, indicaciones especiales para evitar perturbaciones que podrían conducir a una interrupción en el servicio.

Sólo el cumplimiento cabal de las indicaciones contenidas en este manual permite el funcionamiento adecuado de la torre y con ello consideraciones de garantía.

2. Principio de Funcionamiento

El agua y el aire se ponen en contacto intensivo, para lo cual un ventilador aspira el aire a contracorriente del agua; como consecuencia una parte de ésta se evapora. El calor necesario para ello, aprox. 597 Kcal. Por cada litro de agua, se toma del propio circuito produciendo así su refrigeración. Para el enfriamiento se utiliza además la caída de temperatura entre el agua caliente y la temperatura exterior del aire

El rendimiento de una torre de refrigeración, depende, principalmente de la superficie de intercambio de calor que se ha montado, de la buena distribución del agua, de la cantidad de aire aspirado y del estado del aire exterior.

Por medio de las tuberías de distribución y las toberas situadas en la parte superior de la torre, el agua caliente a enfriar es dispersada finamente sobre el relleno. El relleno, a través de cuyos canales se desliza hacia abajo el agua conforma la superficie de intercambio de calor.

El ventilador axial ubicado en la parte superior de la torre, aspira aire del exterior en sentido opuesto al del agua, lo que origina su enfriamiento. La cantidad de agua evaporada es restituida por adición de agua fresca. Para evitar que la corriente de aire a la salida de la torre origine un arrastre excesivo de partículas de agua es que sobre las tuberías de distribución del agua va montado un separador de gotas laberíntico de triple deflexión que devuelve a la torre el agua suspendida en flujo de aire ascendente.

2.1 Construcción

Las Torres de Enfriamiento Benton se caracterizan por los materiales plásticos de alta durabilidad de su construcción y su gran potencia específica de enfriamiento frente a un reducido tamaño.

El relativamente ligero peso y pequeño espacio requerido, permiten el emplazamiento de las unidades sobre tejados, armaduras, etc. y también sobre bandejas colectoras o depósitos de hormigón.



2.2 Cuerpos de relleno refrigerantes y separadores de gotas

Los cuerpos refrigerantes o relleno, forman la superficie de intercambio de calor sobre la que se realiza el proceso de enfriamiento.

El relleno está compuesto por paneles de PVC auto extingible que le confiere una mayor seguridad ante el riesgo de incendio, frente a los rellenos de plástico comúnmente ofrecidos. Dicho panel es muy estable a los efectos de corrosión, así como a la acción de aguas aciduladas, agentes bioquímicos, etc. Estos paneles están contruidos con una gran resistencia mecánica y de acuerdo con la capacidad de intercambio de calor exigida, son montados directamente uno sobre otro.

La considerable abertura de las celdillas de estos cuerpos, de 12 a 21 mm. Evitan ampliamente las obstrucciones debidas a acumulación de sedimentos calcáreos o de impurezas mecánicas contenidas den el agua de refrigeración.

Si a pesar de todo se localizasen sedimentos de cualquier tipo sobre los citados cuerpos de relleno en la revisión general de la instalación de refrigeración, que deberá realizarse por lo menos una vez al año, se deberá desmontar la torre y se extraerán los paneles de relleno para someterlos a limpieza. Es totalmente admisible el lavado de los citados cuerpos con agua a presión o mezclada con algún detergente, lo que permite una reutilización indefinida de los mismos.

Para evitar que la corriente de aire a la salida de la torre origine un arrastre excesivo de partículas de agua; sobre las tuberías de distribución va montado un separador de gotas laberíntico de triple deflexión, construido también en PVC auto extingible.

2.3 Ventilador

Los ventiladores axiales empleados en las torres de refrigeración de la serie compacta son muy silenciosos y están equilibrados en fábrica, estática y dinámicamente.

El centro de palas del ventilador está provisto según el modelo de muñones para montar las palas, que permiten su regulación.

Dichas palas son regulables a motor parado, aunque su posición queda determinada en fábrica para lograr el caudal de aire requerido, de acuerdo con la capacidad de la torre.

El cono de ventilador de las torres consta según el modelo, hasta de varios segmentos que deberán ser atornillados en obra. El material empleado en su construcción es poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Si debido a cualquier motivo, (daños de transporte por ejemplo) se presentará un desequilibrio en el ventilador este deberá desmontarse y ser equilibrado nuevamente.

Tal desequilibrio podrían conducir a daños en los cojinetes del motor y en casos extremos a grietas y roturas originadas por la vibración.

2.4 Motores de los ventiladores

Todas las torres compactas llevan los motores montados directamente y las modulares van equipadas con reductor de velocidad acoplado al motor eléctrico. Dichos motores están contruidos especialmente para ser utilizados en torres de enfriamiento (protección IP55).



Antes de proceder a conectar los motores, deberá comparar la tensión de servicio existente con la requerida en la torre, según la placa de características del motor y se prestará especial atención a la clase de conexión que deberá realizarse estrella – triángulo.

La conexión a tierra de los motores, deberá realizarse correctamente con ayuda de los tornillos de tierra provistos en la caja de bornes.

El interior de los motores viene de fábrica completamente terminado, por lo que el montaje se reduce a conectar los conductores exteriores y el de tierra.

La sección de los cables deberá ser determinada de tal forma, que la caída de tensión a plena carga no sobrepase el 5%.

Para salvaguardar el bobinado del motor contra eventuales sobrecargas es recomendable proteger por medio de un guarda motores. La efectividad de este aparato está condicionada a que haya sido elegido correctamente, así como en sus contactos sean también correctamente regulados. Los rodamientos de los motores vienen lubricados de fábrica.

Motores de polos conmutables

Al efectuarse el paso de la velocidad alta a la baja, se origina un fuerte frenado eléctrico y al mismo tiempo una fuerte tensión mecánica en las aspas del ventilador y en el reductor.

Para reducir al mínimo estas tensiones, si el paso se ha realizado a mano, se recomienda el empleo de un relees de tiempo regulable entre 0 y 60 segundos.

Cuando en la puesta en marcha se pretenda conectar la velocidad alta, pasando por la baja, el relees deberá ser regulado de tal forma que sea alcanzada la velocidad nominal de la baja antes de ser conectada la velocidad alta.

El relees deberá ser controlado siempre que se modifiquen las condiciones normales del servicio, como por ejemplo de ángulo de incidencia de las aspas del ventilador, el caudal de agua en circulación, etc.

La no observancia de las anteriores prescripciones, pueden conducir a daños en las aspas del ventilador, en el reductor y en el motor que no serían cubiertas por la garantía.

2.5 Sistema de distribuidor de agua

Las tuberías de distribución son parte integrante de las torres de enfriamiento van equipadas con toberas de pulverización en PP, las cuales tienen por misión pulverizar proporcionalmente el agua sobre cuerpos de relleno el agua que ha de ser enfriada.

Las grandes aberturas de paso de estas toberas, garantizan su correcto funcionamiento y anulan prácticamente toda posibilidad de obstrucción.

La presión necesaria en el colector de entrada para los diferentes tipos de las mismas es especificada siempre en nuestras oferta.

En general cada tipo de tobera está determinado para el caudal que haya sido tomado en la base del cálculo, con un cierto límite de tolerancia hacia arriba y abajo. La modificación de este caudal deberá ser estudiada en cada paso por nuestra Oficina Técnica.



3. Accesorios de la Torre

3.1 Termostato para el ventilador

Cuando se desea tener una temperatura determinada en el agua , se recomienda el empleo de un termostato, que de acuerdo a las condiciones de servicio, pueda conectar o desconectar el ventilador, o la bomba de agua de circulación.

Al efectuar el pedido de estos termostatos, se deberá especificar su campo de regulación. Los termostatos pueden ser suministrados en cápsulas de hierro fundido, estancas a la humedad.

Con el ejemplo de motores de polos conmutables puede lograrse la siguiente escala de accionamiento :

- Velocidad total del ventilador
- Media velocidad del ventilador
- Desconexión del ventilador

La conexión y desconexión de cada una de las velocidades deberá realizarse con ayuda de un relees de tiempo. Este efecto son requeridos o bien dos termostatos o un termostato de dos contactos.

4. Posibilidades de regulación

Con muy sencillos métodos y dentro de ciertos límites existen posibilidades para regular la temperatura del agua refrigerada y con ello la potencia de la torre, como a continuación se muestra en algunos ejemplos. Una regulación exacta, dentro de las tolerancias muy estrictas, llevaría consigo una gran inversión en aparatos mecánicos y eléctricos.

4.1 Regulación de la temperatura

Es decir, mantenimiento de la temperatura con la misma potencia calorífica

- a) Regulación de la temperatura por medio de regulación de la velocidad

Las posibilidades enumeradas en el párrafo 3.1 con ayuda de termostatos, pueden ser también aplicadas en este caso.

Una regulación aproximada puede lograrse mediante conexión y desconexión del ventilador. Algo más precisa se logra mediante el empleo de motores de polos conmutables. El paso a las diferentes velocidades puede realizarse manualmente.

- b) Regulación de la temperatura por medio de una ordenación by-pass.



Torres de Enfriamiento

En este tipo de regulación, una parte del caudal en circulación, después de su paso por la máquina que haya de refrigerar, es bombeado a la torre, mientras el resto del caudal pasa directamente a la tubería de salida de agua refrigerada. Un termostato o una sonda de temperatura de precisión, abre o cierra la válvula motorizada de la tubería de by-pass, con lo que se obtiene la temperatura de mezcla deseada, antes de que el agua pase por la máquina que haya de refrigerar. Si esta forma de regulación se combina con la indicada en el párrafo a) puede evitarse una gran fluctuación en la temperatura del agua fría.

Los límites de este sistema de regulación están fijados por los caudales mínimos y máximos con que la torre puede trabajar. La presión a la entrada de las toberas no debe ser inferior a 2 m.c.a. ya que de otra forma el rendimiento de la torre disminuye considerablemente, debido a una pulverización desproporcionada del agua sobre los cuerpos de relleno.

c) Regulación de la temperatura por medio de la adición de agua fresca.

En general, para la determinación de una torre son consideradas las temperaturas reinantes durante los meses de verano. Si esporádicamente las condiciones atmosféricas sobrepasaran las tomas como base el cálculo, puede lograrse disminuir la temperatura del agua a la salida de la torre mediante adición de agua fría, lo que puede realizarse manualmente o con ayuda de un termostato. Si debido a las características de la instalación, esta adición debiera efectuarse frecuentemente, se recomienda instalar un depósito de agua de mezcla. El aumento de caudal que con estas medidas de origina en el circuito, puede ser contrarrestado evacuando parte del mismo por un rebosadero, o bien permitiendo la fuga correspondiente en una de las tuberías del agua caliente. Cuanto más fría sea el agua adicional, menor cantidad será necesaria adicionar y por lo tanto más económica resultará la instalación.

4.2 Regulación de la potencia

Es decir, mantenimiento de la temperatura con variación de la potencia calorífica.

Las medidas enumeradas en el capítulo anterior, referentes a regulación de temperatura, pueden ser aplicadas igualmente para regulación de la potencia. Si disminuye la necesidad de refrigeración de uno de los consumidores se recomienda la regulación de la potencia de la torre, para evitar con ello un descenso en la temperatura del agua enfriada.

Esto se refiere especialmente a los casos en los que varios consumidores trabajen con la torre.

a) Regulación de la potencia, para el servicio con varios consumidores.

Si a un circuito de refrigeración están conectados varios consumidores, cuando uno o más de ellos son puestos fuera de servicio, se recomienda seguir dejando circular el agua de refrigeración a través de los mismos, para evitar que el caudal de servicio en la torre sufra continuas alteraciones.

Otra forma de mantener constante el caudal, aún poniendo fuera de servicio alguno de los consumidores es conectar una tubería de by-pass, entre las tuberías de admisión de estas y



Torres de Enfriamiento

el colector general de agua caliente, con lo cual el caudal correspondiente a cada uno de dichos consumidores, aun estando estos fuera de servicio, podría ser conducido al colector común de retorno. Este tipo de regulación se puede lograr por medio de una válvula de tres pasos termostática o manual.

- b) Regulación de la potencia con intervención de un depósito intermedio.

Para el tipo de regulación descrito anteriormente, se recomienda también la instalación de dos circuitos independientes, uno para la torre y el otro para los consumidores, con intervención de un depósito intermedio dividido en dos partes, una para el agua caliente y otra para el agua fría.

Por medio de una bomba, los diferentes consumidores pueden ser alimentados conjuntamente a través de una tubería de presión. Cuando algunos de estos consumidores son puestos fuera de servicio, la presión en el sistema aumenta. El caudal de agua innecesario es conducido de nuevo al depósito de agua caliente a través de una válvula de descarga.

A la salida de los consumidores, se observará que la presión del agua sea la atmosférica. La alimentación de estos consumidores, puede realizarse también a través de un depósito de presión.

Este sistema de instalación tiene la ventaja de que la torre siempre trabaja con el mismo caudal y de acuerdo con la necesidad de agua de refrigeración requerida por los consumidores esta puede estar mas o menos tiempo en servicio.

5. Instrucciones para el montaje y el emplazamiento.

Todas las Torres de enfriamiento modulares necesitan montaje en obra, estos trabajos pueden ser efectuados bajo la dirección de uno de nuestros montadores, con ayuda de cuatro hombres auxiliares por cuenta del cliente, siguiendo nuestras instrucciones de montaje. En uno u otro caso se deberá tener presente, que el emplazamiento de las torres debe realizarse de acuerdo con nuestros planos de fundamento.

5.1 Observaciones para el montaje

- Prestar especial atención a la estanqueidad de las diferentes conexiones de las tuberías de agua.
- Realizar las conexiones eléctricas de acuerdo con el esquema de conexiones grabado en la tapa de la caja de bornes.

5.2 Observaciones generales para el emplazamiento de las torres.

El lugar elegido para su emplazamiento, es decisivo para el posterior mantenimiento y control de la torre. A este efecto, se tendrá en cuenta la facilidad de acceso a cualquiera de los elementos que la constituyen (motor-ventilador, sistema distribuidor de agua, etc.) para



Torres de Enfriamiento

posibles revisiones y reparaciones. Cuanto más inaccesible sea montada la torre, más dificultoso se hará el montaje y después la realización de estas operaciones.

Las instalaciones de la torre en lugares con abundancia de polvo como en la cercanía de chimeneas, en naves cerradas o al lado de fábricas elaboradoras de productos inorgánicos (fábricas de cemento, etc.) conduce al peligro de que se introduzcan partículas en el agua de refrigeración y en las tuberías o en el relleno, que pudieran dar origen a perturbaciones en el servicio.

6. Conservación y mantenimiento

La duración de una instalación de torres de Enfriamiento, depende en primera línea de la atención que se preste a su conservación y mantenimiento. Esto se compone especialmente de los puntos siguientes :

- Motor
 - Reductor
 - Ventilador
 - Material de relleno
- a) El aceite especial empleado para la lubricación de los moto-reductores, deberá ser cambiada según las instrucciones del fabricante.
- b) El ventilador axial deberá ser controlado al menos una vez al año, por si las palas presentan algún daño.
- c) La eventual acumulación de sedimentos sobre los cuerpos de relleno, puede ser prevenida con la ayuda de productos químicos o mecánicos. Este trabajo puede aligerarse extrayendo cada uno de los paneles que forman dichos cuerpos.

6.1 Tratamiento del agua

El tratamiento del agua es un punto muy importante en el servicio con Torres de Enfriamiento. Las indicaciones expresadas en este capítulo, tienen solamente carácter general y si se observasen sedimentos de cualquier tipo en el relleno o que en el agua de refrigeración acusa una tendencia corrosiva, se deberá consultar en cada caso con una firma especializada en tratamientos de agua.

6.2 Juicio sobre el agua y tratamiento de la misma en el servicio con torres de enfriamiento.

El agua procedente de la naturaleza es un cuerpo químico que contiene siempre, en mayor o en menos cantidad, sales diluidas y gases.

Cuando se produce la evaporación del agua, se origina una evasión de los gases con el vapor, mientras las sales se sedimentan. En el servicio con Torres de enfriamiento esto significa que el caudal de agua en circulación está aumentando continuamente el contenido de sales.



Torres de Enfriamiento

Si no se toman las medidas pertinentes, la acumulación continuada de incluso pequeñas cantidades de sales, produciría tal concentración de las mismas, que después de alcanzar el límite de solubilidad, conduciría a la formación de incrustaciones.

Por otra parte, estas aguas enriquecidas en sales, representan un campo ideal de alimentación para las algas y otros pequeños seres vivientes principalmente cuando el agua de refrigeración contiene también fosfatos, nitritos, hierro y otras sustancias orgánicas.

Para evitar un inadmisibles enriquecimiento en sales, en el circuito de agua, existen medidas muy sencillas; por ejemplo, la evacuación constante de una cierta cantidad del caudal de circulación o a su debido tiempo, la purga completa de dicho caudal.

Estas dos medidas exigen aproximadamente el mismo caudal de agua fresca adicional, aunque debido a que la primera de las citadas no requiere ninguna pérdida de tiempo para realizar, es generalmente preferida.

Si el contenido en sales en el agua fresca adicional fuera tan grande que sobrepase el límite admisible, aún procediendo a la evacuación continuada de parte del caudal en circulación, no sería posible evitar la formación de incrustaciones. En este caso el agua debe ser tratada.

Los carbonatos calificados como formadores de dureza toman una posición preponderante en la composición del agua. Dichos carbonatos son solubles cuando el agua contiene una cantidad determinada de ácidos carbónicos. Si en aguas duras, con gran cantidad de carbonatos se aleja el ácido carbónico, el carbonato no puede permanecer en la solución y se deposita en forma de incrustaciones, es decir, se aloja fuertemente en las tuberías, intercambiadores de calor y en el relleno de la torre de enfriamiento.

En el servicio de torres de enfriamiento, debido a la pulverización y evaporación de una parte del agua en circulación, se origina una evasión de los ácidos carbónicos, lo cual lleva consigo una aceleración en la formación de las citadas incrustaciones.

Las exigencias para el servicio libre de incrustaciones, en las Torres de Enfriamiento, serán :

Dureza al carbonato :	Máximo 10° dureza alemana
Contenido en libre ácido carbónico :	Mínimo 1,5 x dureza al carbonato (mg/l)
Valor pH :	7,5 hacia abajo agua ácida, hacia arriba alcalina
Contenido total en sales :	Máximo 3000 mg/l

Como prevención contra la formación de algas, a continuación se especifican los límites de los elementos contenidos en el agua

Sustancias orgánicas:	Máx. 14 mg/l
Contenido en hierro:	Máx. 0,3 mg/l
Contenido de Fósforo:	Máx. 20 mg/l



Torres de Enfriamiento

Además de lo expuesto las aguas deberán estar libres de nitritos y amoníaco. Por motivos de corrosión, los ácidos carbónicos libres no deberán sobrepasar el doble de dureza al carbonato y el contenido en cloro (50 mg/l).

Los valores citados anteriormente, solo pueden ser tomados con carácter orientativo. Si el agua fresca adicional sobrepasa los límites especificados, de todos modos deberá consultarse a una empresa especializada en tratamiento de agua.

Si no se adoptan las medidas oportunas, según lo expuesto en los párrafos anteriores, el agua alojada en el circuito de refrigeración se va enriqueciendo en sales continuamente.

De acuerdo con el grado admisible de concentración, puede ser determinado el caudal de purga, que permite un servicio relativamente libre de cuidados y el mejor aprovechamiento del agua.

Los datos ofrecidos en las bibliografías, sobre límites en sales y carbonatos, varían notablemente como consecuencia de las numerosas influencias que puedan afectar a la solubilidad de los mismos. La propia experiencia nos muestra, que los carbonatos del agua del circuito que quedan estables en la solución, con temperaturas hasta 30 grados centígrados, se encuentran entre 11-18 grados dureza alemana.

Para el cálculo del caudal de purga, hasta máx.30 grados centígrados, se toma como valor guía 15 grados dureza alemana. Para más altas temperaturas del agua, este valor varía a 11 grados dureza alemana, con lo que el caudal de purga aumenta en aproximadamente 30%.

La determinación del caudal de purga, en función de las pérdidas por evaporación y de la concentración del agua, puede efectuarse según un diagrama.

El caudal de agua adicional necesario para el servicio con Torres de Enfriamiento, se compone de los siguientes factores :

A) Caudal de Agua evaporada $G_e = Q / 539.700$
 $Q =$ Cantidad de calor transportado en Kcal/h

B) Pérdida por arrastre de gotas $G_a = G_w \times 0,003$ $G_w =$ Caudal de agua en circulación

C) Caudal de purga $G =$ en función del grado de dureza del agua adicional

Si la sales y los distintos componentes de agua adicional sobrepasan los valores citados anteriormente deberá consultarse una firma especializada en tratamientos de aguas, para determinar en cada caso el procedimiento mas adecuado.

Se debe tomar también en consideración la posibilidad de efectuar purgas, aún en caso de que el agua haya sido tratada. Esto se refiere principalmente a los casos en los que el tratamiento se haya efectuado con fosfatos polimerizados, que mantienen en la solución una



mayor dureza al carbonato con lo que debido a la inyección continua de estos fosfatos, crece la concentración total de sales, en el caso de que no se efectúe una purga suficiente del agua. Además, debido también a un enriquecimiento en fosfatos, se podría originar un fuerte y rápido crecimiento de algas.

6.3 Servicio invernal

Durante largos períodos de frío, existe el peligro de formaciones de hielo, principalmente en la pileta de la torre.

Medidas para evitar y neutralizar las formaciones de hielo en el servicio de Torres de Enfriamiento.

- a) Como punto principal se observará que la torre no sea puesta en servicio antes de que le llegue agua caliente de retorno del circuito de refrigeración, con lo que se evitará que la temperatura de salida del agua se acerque al punto de congelación.
- b) Para circuitos con muy altas temperaturas en el agua de refrigeración la capacidad de enfriamiento de la torre a motor parado no será suficiente, por lo que habrá que contar, como en el primer caso con algunas formaciones de hielo que no afectarían en absoluto a su funcionamiento.

7. Puesta en marcha de la torre.

Antes de proceder a la puesta en servicio de la torre, se efectuará las siguientes operaciones :

- a) El ventilador se girará a mano y se comprobará que las aspas no rocen en ningún punto del cono de salida y que los huelgos entre ambas partes no superen valores ya establecidos por oficina técnica.

Si no fuera este el caso, desmontar los tornillos de fijación del motor y proceder a centrar este.

- b) Se comprobará también que el sentido de giro del ventilador correspondiente sea el indicado por medio de la flecha pintada en el anillo soporte. Si gira en sentido contrario, se tendrá que invertir dos fases.
- c) Controlar la tensión y la corriente absorbida en cada fase, de acuerdo con los valores especificados para el motor. Regular correspondientemente el relees de sobrecarga.
- d) En el servicio con motores de polos conmutables, el relees de tiempo deberá ser ajustado de acuerdo con las indicaciones expresadas en el capítulo 2.4



- e) En la puesta en marcha de las bombas de agua de circulación se deberán abrir convenientemente las válvulas de cierre en las tuberías de aspiración e impulsión, hasta lograr en la Torre la presión correspondiente.
- f) ATENCIÓN : Poner en funcionamiento primero las bombas de agua de circulación y después el ventilador de la torre.

8. Lubricación

8.1 La lubricación de los engranajes se hace en baño de aceite (como así también la de los cojinetes). Corresponde utilizar en condiciones climáticas normales, cuando la temperatura ambiente en el lugar de instalación del aparato sea entre 10 y 50 grados centígrados, un aceite mineral compuesto con viscosidad S.U. de 800 a 1500 a 37,8 grados centígrados (100 grados F) y con aditivos de extrema presión moderados especificados como aceite N° 4 (según A.G.M.A.).

8.2 En caso de instalarse un moto-reductor y no obtenerse a tiempo el aceite recomendado, podrá ponerse un servicio "Provisoriamente" mediante el uso de un aceite YPF Hipoidal SAE 90, en ningún caso usar aceites denominados "Multigrados".

8.3 Llenar la caja del moto-reductor retirando el tapón lateral RW5/16 hasta que el nivel de aceite enrase el mismo. Tener en cuenta que un nivel mayor producirá sobrecalentamiento y menor rendimiento de la transmisión. Verificar el ajuste de los tampones de drenaje y la estanqueidad de la caja.

8.4 Después de la puesta en servicio por primera vez de un moto-reductor, deberá cambiarse el aceite dentro de las 300 a 500 horas de funcionamiento. Dicho cambio debe realizarse "en caliente", o sea cuando haya funcionado hasta alcanzar la temperatura de servicio.

El lavado posterior del cárter no es imprescindible, no obstante si quisiera hacerse observe las siguientes reglas : Utilizar un aceite "lavador" adecuado, en ningún caso emplee solvente, nafta o kerosén llene la caja hasta su nivel normal y ponga en marcha el aparato sin cargas por algunos minutos, detenga la unidad e inmediatamente escurra el aceite.

8.5 El cambio de la carga de aceite en condiciones también normales de servicio, deberá hacerse con una frecuencia entre los 6 a 12 meses según la relación horaria de marcha. En la mayoría de los casos esta frecuencia coincidirá con unas 3000 – 4000 horas de servicio, no obstante si esa cantidad de horas no se cumpliera por el poco uso del aparato, el aceite debe cambiarse igualmente a mas tardar a los 12 meses.

