



**Manual de Operación y Mantenimiento para  
Torres de Refrigeración Escher Wyss  
Series EWK, EWB and MODUPOL**

<b>Índice</b>	<b>Pag.</b>
1. Introducción .....	2
2. Descripción General .....	2
3. Características de Diseño.....	2
4. Equipamiento Opcional .....	6
5. Instalación .....	8
6. Puesta en marcha .....	10
7. Plan de Mantenimiento.....	11
8. Calidad del Agua .....	13
9. Solución de Problemas.....	15
10. Prescripciones de seguridad .....	16
11. Estabilidad .....	16
12. Trabajos de Mantenimiento .....	17

## 1. Introducción

El presente manual de instrucciones de servicio contiene información sobre el funcionamiento, la puesta en marcha y el mantenimiento de las torres de refrigeración, de fabricación en serie, con ventilación forzada, ventiladores axiales y flujo a contra-corriente. El seguimiento de estas instrucciones asegura un óptimo rendimiento y duración de estos equipos.

En caso de no cumplimiento de las indicaciones contenidas en estas instrucciones de servicio, el fabricante no se responsabiliza por los daños ocurridos.

Las condiciones generales de suministro de EWK Equipos de Refrigeración, S.A. son, asimismo, válidas.

Los detalles técnicos de rendimiento y ejecución se reflejan en la oferta y/o confirmación del pedido.

Sujeto a modificaciones técnicas.

### Atención:



Estas instrucciones de servicio se han previsto principalmente para el personal de operación, debiendo estar en todo momento a su alcance. Su contenido debe ser tratado confidencialmente.

Quedan reservados todos los derechos en propiedad de:

Axima Refrigeration GmbH, D-Lindau.

Estas instrucciones de servicio no pueden abarcar todas las eventualidades. Esto significa que el usuario no está exento de las responsabilidades habituales en el uso de maquinaria. Se supone, por tanto, que el personal de operación ha sido entrenado y está familiarizado con el manejo de la instalación.

Ningún tipo de reclamación podrá derivarse del contenido de este manual.

Si el usuario no tiene su propio manual de operación, todos los trabajos de mantenimiento y reparación podrán ser registrados en la página 16 de estas instrucciones.

## 2. Descripción General

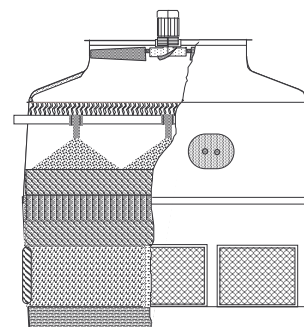
Las torres de refrigeración Escher Wyss de las series EWK, MODUPOL y EWB son torres de ventilación forzada que funcionan en base al principio del flujo a contra-corriente.

En este tipo de torres de refrigeración el agua a refrigerar se distribuye uniformemente sobre el material de relleno, el cual es ventilado desde la parte inferior. En el relleno tiene lugar el intercambio de calor y masa. La evaporación parcial de este agua absorbe el calor del agua del circuito y lo transmite al aire. Comparando con aerorefrigeradores secos, con este tipo de torres de refrigeración húmedas se pueden alcanzar temperaturas de agua más bajas incluso en el caso de altas temperaturas del aire.

## 3. Características de diseño

### 3.1 Carcasa

#### 3.1.1 Serie EWK 036 - 1800



**Fig. 1:** Torre de refrigeración con ventilador axial en aspiración, tipo EWK

La carcasa y la bandeja de recogida de agua están fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio. El aro soporte del ventilador está situado sobre la caperuza de la torre, y es sujetado por ella misma. Las cargas adicionales producidas por silenciadores de descarga están limitadas y deben ser consultadas.

Las carcasas disponen de puerta de registro para control de las toberas de pulverización.

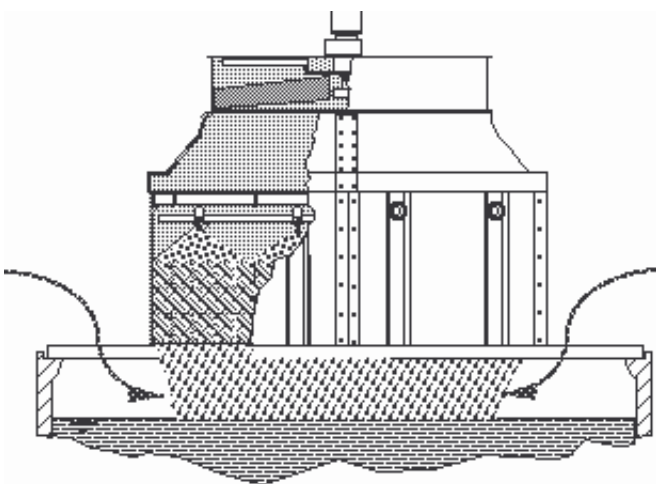
### 3.1.2 Serie MODUPOL

El tipo MODUPOL consta de varios módulos de carcasa prefabricados ensamblados con las partes mecánicas y partes inferiores.

Los paneles de cerramiento de la carcasa están internamente atornillados y sellados.

Las cargas originadas por nieve o viento, así como las adicionales producidas por los silenciadores pueden ser transmitidas a la fundación mediante las acanaladuras de las paredes.

El aro del ventilador es un anillo cilíndrico que consta de varias piezas fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio. Los soportes del ventilador están fabricados en acero galvanizado o inoxidable. La parte mecánica formada por ventilador y accionamiento se monta al ensamblaje en obra.

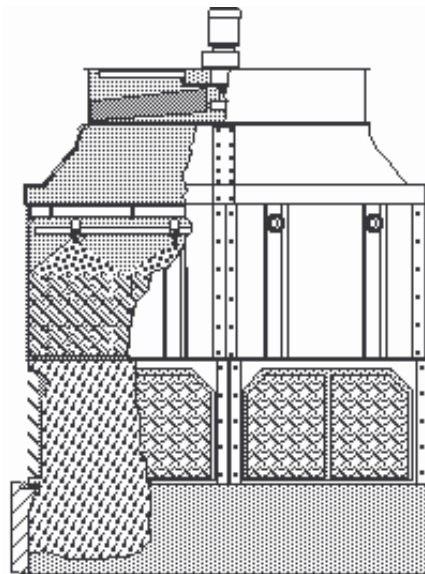


#### 3.1.2.1 Tipo Básico

**Fig. 2:** Torre de refrigeración con ventilador axial en aspiración tipo MODUPOL (esquemático)

El tipo básico se monta sobre una bandeja de hormigón mediante vigas de apoyo. Las dimensiones de la bandeja de hormigón son mayores que la planta de la torre. La entrada de aire se efectúa a través del espacio que queda entre la torre y el borde de la bandeja.

#### 3.1.2.2 Tipo Básico con estructura de entrada.

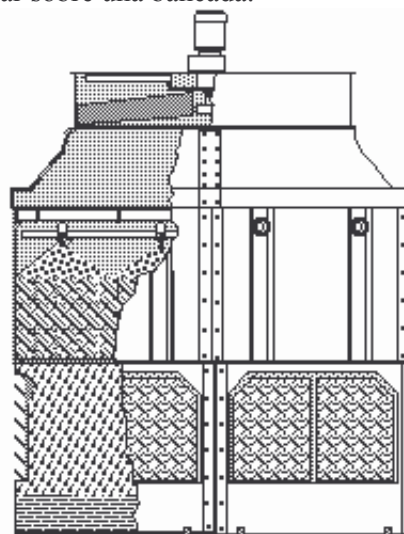


**Fig. 3:** Torre de refrigeración con ventilador axial en aspiración tipo MODUPOL (esquemático)

La estructura inferior se monta sobre la bandeja de hormigón. Las dimensiones de la bandeja se corresponden con las de la torre en planta y el área vertical de aspiración de la estructura dispone de persianas especiales.

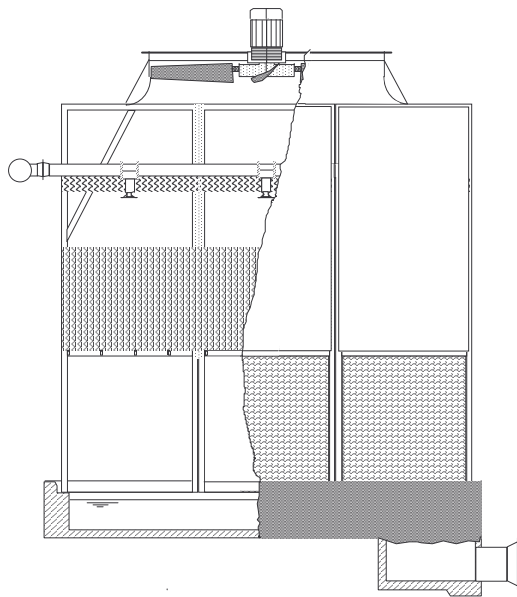
#### 3.1.2.3 Tipo Básico con modulo de bandeja

La bandeja de recogida de agua con su estructura de entrada de aire están fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio y se montan de forma modular sobre una bancada.



**Fig. 4:** Torre de refrigeración con ventilador axial en aspiración tipo MODUPOL®

### 3.1.3 Serie EWB 1300 - 7200



**Fig. 5:** Torre de refrigeración con ventilador axial en aspiración tipo EWB (esquemático)

La estructura portante formada por marcos de perfil de acero galvanizado y cerramiento con de planchas de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Las estructuras están protegidas contra la corrosión siempre que el agua no contenga impurezas que ataquen al zinc. Las planchas de cerramiento están completamente libres de corrosión.

## 3.2 Parte Hidráulica

### 3.2.1 Sistema de Distribución de agua

El agua fluye a las toberas de pulverización a través de los tubos de distribución fabricados en polipropileno. Su disposición permite una optima distribución del agua dentro de la torre.

### 3.2.2 Cuerpos de Intercambio (Relleno)

El cuerpo de intercambio consta de varias capas de relleno de torre de alto rendimiento, fabricado en materiales de larga duración. Para aplicaciones estándar se monta relleno laminar, el tipo goteo también es posible bajo pedido.

(Estándar: ejecución en PP, ver confirmación del pedido)

### 3.2.3 Persianas de entrada de aire

Los vientos laterales pueden arrastrar agua fuera de la torre, mojar los alrededores y provocar

importantes pérdidas de agua. Para minimizarlas la torre está equipada con persianas especiales de entrada de aire que tienen una gran capacidad de retención con muy baja pérdida de carga.

La torre dispone de una ventana con persiana de entrada registrable para facilitar el ajuste de la válvula de flotador y la limpieza de la bandeja de recogida de agua.

### 3.2.4 Separador de Gotas

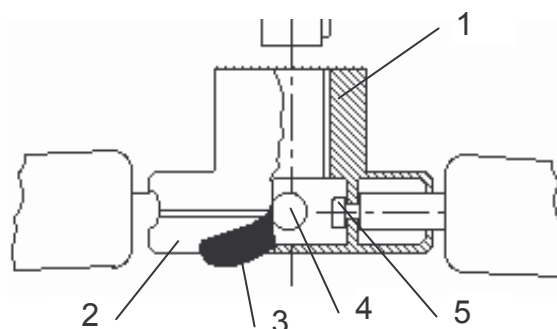
Con objeto de reducir las pérdidas de agua por arrastre se instala un separador de gotas por encima del sistema distribuidor de agua. Este consta de paneles individuales dispuestos uno al lado del otro, bien ajustados. Su perfil especialmente desarrollado nos permite una gran efectividad con una mínima pérdida de carga.

## 3.3 Parte Mecánica

### 3.3.1 Ventilador

Las torres Escher Wyss de las series EWB, EWK y MODUPOL están equipadas con ventiladores de bajo nivel de ruido situados en aspiración. Las palas de los ventiladores son ajustables en parada.

En las torres del tipo EWK 680 a 1800 se utilizan ventiladores del tipo "C". Para las torres más grandes de las series MODUPOL y EWB se utilizan ventiladores del tipo "C" o "H1/H2". Determinar el tipo de ventilador correspondiente de la documentación del pedido. Para los modelos EWK 036...450 se usa normalmente el ventilador tipo "H1".



### 3.3.1.1 Ventilador Axial Tipo C

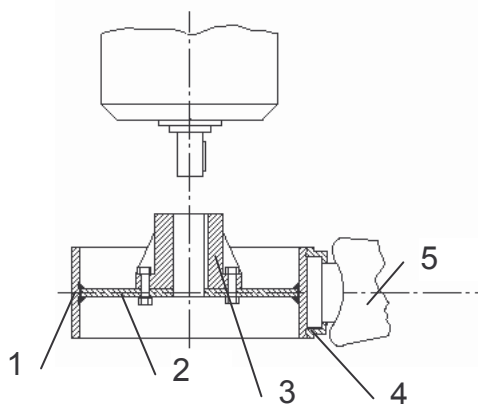
**Fig. 6:** Diseño del cubo

- Rodete con sistema de cubo patentado consistente en dos piezas de acero forjado mecanizado, la parte superior 1 calada en el eje de salida y la parte inferior 2 que sujeta las palas del ventilador.

- Las palas **3** son perfiles fabricados en aleación de aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio los cuales se fijan al eje de acero **4** por medio de tornillos.
- El cubo dispone de acanaladuras **5** para alojar y fijar la pala al propio cubo.
- Las palas de los ventiladores están equilibradas individualmente permitiendo su intercambio de modo que pueden montarse en cualquier orden para obtener un equilibrio de clase G 6,3 conforme a la especificación según ISO 1940 parte 1.

### 3.3.1.2 Ventilador Axial Tipo H1

- Tanto el rodete como el cubo están fabricados en chapa de acero soldado y galvanizado con bridas de sujeción colocadas en la parte exterior **1** ( 4, 5 6 o 8 piezas, según el número de palas) que sirven de soporte para las palas. El disco del cubo **2** está embridado al eje **3**, que sirve para encajar el eje del motor.

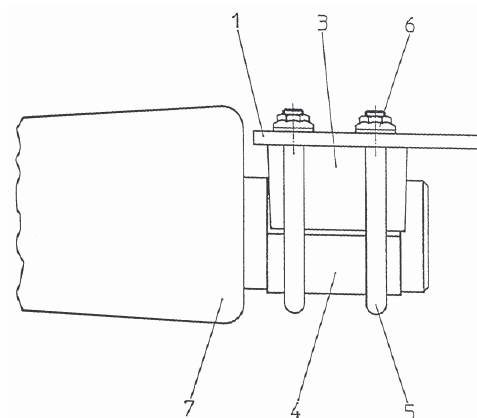


**Fig. 7:** Diseño del cubo

- Las palas **5** con bridas de sujeción están fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio, resina epoxi o fundición de aleación de aluminio.
- Las palas **5** están fijadas a la brida del cubo con un anillo tensor de dos piezas. Las piezas de anillo disponen de una escala graduada de 0 a 30 que sirve para el ajuste de las palas del ventilador. La graduación indicada corresponde al ángulo del extremo del perfil. (diámetro nominal).

- Las palas están equilibradas dinámicamente con un grado de equilibrio G 6,3 conforme a la especificación ISO 1940 parte 1. Bajo ninguna circunstancia quitar los contrapesos que han sido situados en la parte exterior o en las bridas del cubo durante el proceso de equilibrado.
- Si por razones de transporte se debe desmontar el ventilador, al montarlo de nuevo se han de observar las indicaciones de las instrucciones de montaje.

### 3.3.1.3 Ventilador Axial Tipo H2



**Fig. 8:** Diseño del cubo

- Rodete con disco del cubo **1** de chapa de acero galvanizado, cubo embridado para ajuste del eje del motor. Cojinetes de soporte **3** fijados en el disco del cubo sirven como dispositivos de sujeción de las palas **7**.
- Los cojinetes de soporte están colocados con pasadores elásticos, que no se deben quitar.
- La pala insertada en el cojinete de soporte está fijada por medio de una envoltura **4**, abarcón **5** y tuerca auto-bloqueante **6**.
- El cojinete de soporte está equipado con una graduación exterior para el ajuste del ángulo de las palas.
- Las palas están equilibradas dinámicamente con un grado de equilibrio G 6,3 conforme a la especificación ISO 1940 parte 1. Bajo ninguna circunstancia quitar los contrapesos que han sido situados en la parte exterior o en las bridas del cubo durante el proceso de equilibrado.
- Si los ventiladores se suministran desmontados, observar las marcas de las partes al montarlo de nuevo. Deben seguirse las instrucciones de montaje.

### 3.3.2 Accionamiento del ventilador

En las torres más pequeñas del tipo EWK 036...441, los ventiladores se accionan con motores eléctricos multipolares. Los ventiladores de las series EWB y MODUPOL así como las EWK 576... 1800 son accionados por motorreductores.

#### 3.3.2.1 Motor eléctrico multipolar

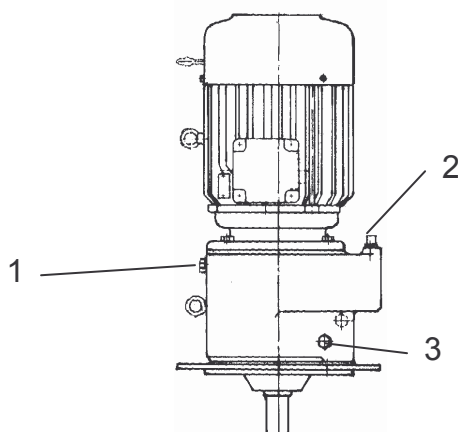
El número de revoluciones del ventilador, el cual está directamente montado sobre el eje del motor, está determinado por el número de pares de polos correspondiente. Los motores son de ejecución especial para torres y equipados con aletas de refrigeración.

#### 3.3.2.2 Motorreductor

Los ventiladores con un diámetro mayor son accionados por motorreductores de engranajes helicoidales que evitan las vibraciones. Estos accionamientos están diseñados para funcionamiento en continuo con carga uniforme. Dispone, además, de margen para el arranque o la conmutación de velocidad. Las cargas adicionales por desequilibrio de los ventiladores son admisibles dentro de unos márgenes razonables.

Los motores de una velocidad tienen 4 polos mientras que los de dos velocidades tienen 4/8 polos. La protección contra la corrosión incluye imprimación y pintura de acabado. El motor es de fácil acceso para mantenimiento.

El nivel de aceite **1** es en general controlado por una varilla de medición situada en el respiradero **2**. El sangrado del aceite del reductor puede hacerse a través del tapón de drenaje **3**. Las posiciones de los elementos mencionados están indicados en la Fig 9.



**Fig 9:** Motorreductor de torre de refrigeración

### 3.4 Filtro de Bandeja

El filtro de bandeja evita la entrada de impurezas en el circuito de agua. Puede situarse en la propia torre o en un recipiente aparte.

En las torres del tipo EWK 036 a 1800 el filtro se monta de serie. Para las series EWB y MODUPOL el filtro está disponible como equipo opcional.

## 4. Equipo Opcional

### 4.1 Válvula de flotador

Para la regulación de la reposición de agua se utiliza una válvula de flotador que se instala en la bandeja de la torre o en un depósito intermedio. El nivel se ha de regular de forma que la salida de agua esté suficientemente cubierta por agua, de manera que se eviten remolinos y entrada de aire.

Al ajustar el nivel hay que tener en cuenta la pequeña cantidad de agua que fluye hacia la bandeja cuando se desconecta la bomba, este agua no debe alcanzar el nivel del rebosadero. El máximo nivel de agua debe estar siempre por debajo del rebosadero.

### 4.2 Control del Nivel

#### 4.2.1 Control del nivel eléctrico

Es posible regular la reposición de agua por medio de un control de nivel eléctrico con electroválvula.

Para el accionamiento de la electroválvula es necesario:

- 1 relé
- 3 electrodos (mas/min./max..)
- 1 caja de terminales para electrodos

#### 4.2.2 Válvula de flotador eléctrica

Una electroválvula es controlada por el nivel de una boya en la superficie del agua.

#### 4.2.3 Control de nivel Hidrostático

La presión hidrostática en la bandeja se mide por medio de un manómetro, esta señal puede servir para controlar una electroválvula.

### 4.3 Protección anti-hielo

Para mantener el área de la aspiración libre de hielo, en las épocas de heladas, se puede instalar resistencias de caldeo.

La resistencia de caldeo deberá conectarse de acuerdo al esquema de conexión facilitado.

La resistencia de caldeo no debe ser conectada cuando el nivel de agua de la bandeja sea demasiado bajo. En determinados casos se puede instalar una protección de marcha en seco.

### 4.4 Termostatos de ventilador

Sirven para arrancar y parar los accionamientos del ventilador en función de la temperatura del agua fría.

La sonda se sitúa preferentemente en la tubería de agua fría y debe ser protegida por un manguito roscado.

La sonda puede también situarse en la bandeja de la torre, pero teniendo en cuenta que hay que evitar que sufra tensiones y vibraciones.

Para conseguir mediciones precisas es importante que la sonda esté completamente cubierta de agua.

La sonda se suministra como pieza aparte.

#### 4.4.1 Termostato de ventilador una etapa, RT 26

Rango -5 a +50 °C. (puede usarse también como termostato para resistencia de caldeo)

Este aparato está equipado con un contactor conmutador. Al utilizarlo como termostato de ventilador se conectan los terminales 2 y 3, para termostato de resistencia el 2 y 1.

Se suministra con el siguiente ajuste de temperatura para control de la resistencia de caldeo:

- conexión a 1,0 °C y
- desconexión a 3,5 °C.

Al utilizarlo como termostato de ventilador se deben ajustar los puntos de conexión deseados conforme a las instrucciones del aparato, por ejemplo:

- conexión a 26,0 °C y
- desconexión a 22,0 °C.

La temperatura baja se ajusta por medio de un botón de mando. La diferencia de conmutación se ajusta en la rueda giratoria. ver Fig. 10

La temperatura de accionamiento superior se obtiene entonces de la temperatura inferior más la diferencia, esto es, para el ejemplo elegido

$$22 + 4 = 26 \text{ °C.}$$

No elegir una diferencia de conmutación muy pequeña para evitar un gran número de arrancadas y paradas del motor. La temperatura de agua fría no debe ajustarse por debajo de 10°C.



Fig. 10: Termostato de una etapa RT 26

#### 4.4.2 Termostato de dos etapas, A 28 MA

Para los motores de dos velocidades se usan termostatos de dos etapas.

El aparato está equipado con dos contactores conmutadores. (bloques de interruptores):

- rango baja temperatura, interruptores a derecha
- rango alta temperatura, interruptores a izquierda

Para la operación del ventilador se deben conectar a los terminales marcados en rojo y blanco. Los puentes entre los terminales marcados en rojo tienen que ser retirados.

$$\text{Rango } +5 \text{ .... } +50 \text{ °C.}$$

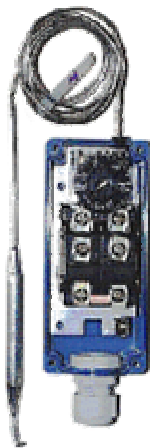
Diferencia en las etapas 3 K, diferencia entre las etapas aprox. 4 K.

Ejemplo:



La temperatura de conexión en la 1ª etapa (en este caso +25 °C) se ha de ajustar en la escala. Los otros puntos de conmutación se obtienen por las diferencias fijadas en y entre las etapas.

Al utilizar otros tipos de termostato se ha de ejecutar el ajuste y la conexión según las instrucciones correspondientes.



**Fig. 11:** Termostato de dos etapas A 28 QA-9101

#### 4.5 Silenciador de descarga de aire

El silenciador de descarga de aire es un apantallamiento en forma de anillo que se sitúa sobre el aro soporte del ventilador.

En la mayoría de los casos su capacidad de atenuación de ruidos emitidos por el motor y ventilador es suficiente para alcanzar el nivel de ruido requerido.

La carcasa del silenciador se fabrica en acero galvanizado, inoxidable o poliéster reforzado con fibra de vidrio. En su interior dispone del material absorbente de ruido.

#### 4.6 Silenciador de admisión de aire

En las entradas de aire se pueden instalar silenciadores fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio. Para las torres EWK 680 a 1800 la entrada de aire está en la parte superior de las carcasas, para torres más grandes la entrada de aire está situada verticalmente, en paralelo con las paredes de la torre.

La atenuación del ruido se obtiene por medio de baffles de material absorbente resistente a la humedad.

#### 4.7 Escalera

El acceso al ventilador y su accionamiento es posible por medio de una escalera con barandilla.

#### 4.8 Control del nivel de aceite

Para controlar el nivel de aceite de los motorreductores se puede instalar, bajo pedido, un dispositivo de control de nivel eléctrico.

#### 4.9 Interruptor de vibraciones

Para evitar daños producidos por el desequilibrio de los ventiladores es recomendable instalar un interruptor de vibraciones.

#### 4.10 Colector de agua exterior

En las torres con varias entradas de agua se puede instalar un colector exterior para reducir el número de conexiones.

### 5. Instalación

#### 5.1 Lugar de Instalación:

- La instalación ha de llevarse a cabo según los planos de bancada..
- El lugar de instalación debe permitir un fácil acceso a todas las partes de la torre. El aire de entrada y salida debe circular sin obstáculos.
- No instalar al borde de azoteas y vías públicas; peligro de formación de neblinas y hielo en invierno.
- Evitar el contacto del aire de salida con paredes de edificios.



- Para mantener el agua del circuito limpia el mayor tiempo posible, no instalar la torre cerca de árboles o salidas de humos.

#### 5.2 Conexión del circuito primario

- Conectar las tuberías libres de tensiones.
- Las tuberías a la intemperie deben descargarse automáticamente al parar las bombas.

#### 5.3 Instalación eléctrica

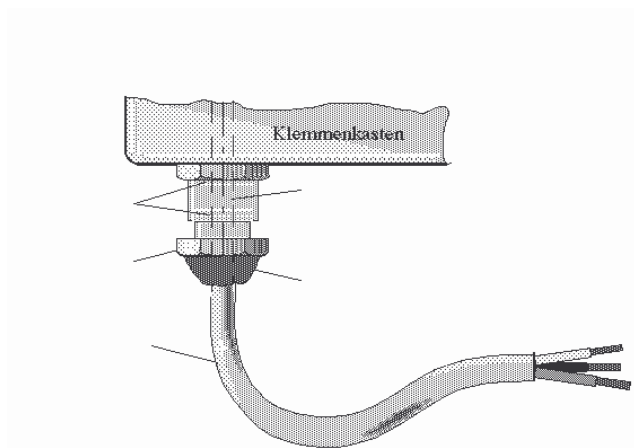


- Han de observarse todas las indicaciones dadas en los esquemas eléctricos suministrados. Todas las medidas de protección se llevarán a cabo siguiendo las instrucciones de seguridad aplicables.



- Antes de conectar los motores se ha de comprobar la tensión de red con la indicada en la placa de características.

- La sección de los cables del motor deben ser dimensionados de forma que la caída de tensión no supere 5% para carga máxima.
- Con objeto de evitar la entrada de agua a la caja de bornas se debe colocar la tapa de modo que la junta esté bien encajada y apretada y entonces atornillar con cuidado.
- La introducción del cable en la caja de bornas y la conexión de los elementos de control y regulación deben hacerse cuidadosamente conforme a la Fig. 12.



**Fig. 12:** Sellado cable de entrada a caja de bornas.

## 5.4 Motores de ventilador

### 5.4.1 Serie EWK 036 a EWK 441

Motor trifásico A.C. Posición de montaje V1

Una velocidad Y- $\Delta$ -Conexión directa

Dos velocidades Y/YY-Conexión Dahlander

### 5.4.2 Serie EWK 576 a EWK 1800

Motorreductor Posición de montaje V1

Una velocidad Y- $\Delta$ -Conexión con arranque Y  $\Delta$

Dos velocidades Y/YY-Conexión Dahlander

### 5.4.3 Series EWB y MODUPOL

Motorreductor Posición de montaje V1

Una velocidad Y- $\Delta$ -Conexión con arranque Y  $\Delta$

Dos velocidades Y/YY-Conexión Dahlander

### 5.4.4 Instrucciones para el control del Motor

El cableado eléctrico debe realizarse de acuerdo al esquema eléctrico de Axima Refrigeration GmbH que se entrega con la torre.

Para los motores de dos velocidades se ha de observar lo siguiente:

- La velocidad alta se deberá conectar siempre desde la velocidad baja. Cuando se alcance el régimen de velocidad baja, la velocidad alta se conectará de forma retardada, por medio de un relé temporizador. (Rango de ajuste aprox. 5 a 30 segundos).
- Al cambiar de la velocidad alta a la baja debe evitarse el esfuerzo excesivo de palas de ventilador, cojinetes y soportes que el frenado repentino pueda causar. Por eso, la conmutación desde la velocidad alta a la baja se hace por medio de un relé temporizador de retardo.



El tiempo de retardo debe ajustarse de forma que una vez desconectado el motor, este siga girando sin corriente hasta que se alcance el régimen de la velocidad baja o menor. Sólo entonces puede conectarse la velocidad baja. (ajuste del rango para el tiempo de retardo aprox. 5 a 30 segundos).

**Regla General:** El tiempo de retardo puede ser ajustado prolongándolo por exceso pero nunca por defecto.



Los motores tienen que estar protegidos contra sobrecargas por medio de relés térmicos de sobre-tensión. El ajuste de los relés bimetalicos tiene que hacerse según las indicaciones correspondientes en el esquema eléctrico.

Los motores no deben conmutarse de alta a baja velocidad o viceversa más de 20 veces por día y máximo 3 o 4 veces por hora. La misma norma ha de observarse para arrancadas y paradas en motores de una velocidad.

### 5.5 Lubricantes

Los reductores están equipados con tapón de llenado, tapón de nivel y tapón de drenaje de aceite. Antes de la puesta en marcha, el tornillo de venteo suministrado separadamente debe situarse en el lugar del tapón de llenado.

En general los reductores son entregados con aceite, listos para funcionar, pero de todas formas se recomienda un control final antes de la puesta en marcha.

Cantidad de aceite en motorreductores estándar:

Tipo	Cantidad
• EK 100	aprox. 4,5 l
• ZK 101	aprox. 8,3 l
• EK 120	aprox. 6,7 l
• EK 140	aprox. 14,1 l
• ZK 120/121	aprox. 18,0 l
• EF 125 K	aprox. 4,0 l
• EF 140 K	aprox. 5,5 l
• 143 DFN	aprox. 28,0 l
• 92 DFN	aprox. 6,0 l
• 112 DFN	aprox. 10,6 l
• ZK 141/142	aprox. 30,0 l
• ZK 161/162	aprox. 32,0 l
• ZK 181	aprox. 64,0 l

Para otras marcas de motorreductores, es preciso pedir al fabricante las instrucciones correspondientes.

### 5.6 Calidad de aceite recomendado

Requerimientos mínimos:

Lubricante grupo	114
ISO VG	220 cSt a 40 °C
E/50°C	16

Sólo debe usarse aceites EP antiespumantes de larga vida. No mezclar aceites de diferentes fabricantes.


### 5.7 Recogida de aceite usado

El aceite debe mantenerse apartado de los demás aceites de desecho y manejarse de acuerdo a las normas locales.

## 6. Puesta en Marcha

Antes de la puesta en marcha inicial o después de un temporada larga de parada, el equipo debe ser limpiado e inspeccionado.

- Girar el ventilador a mano para verificar que puede funcionar libremente.
- Conectar el ventilador y comprobar el sentido de giro de acuerdo con la flecha del motor.
- Ajustar los fusibles a la corriente nominal según la placa de características.
- Comprobar el consumo de cada fase y comparar con los valores de la placa de características.
- Después de conectar la bomba, comprobar la presión de entrada de agua al distribuidor de la torre. Para obtener la capacidad de refrigeración garantizada, la presión debe corresponder con la requerida (ver placa de características/ confirmación del pedido) en las toberas.

 La presión máxima no debe exceder de 0,7 bar, la presión mínima de 0,2 bar es necesaria para un funcionamiento adecuado.

- Ajustar el nivel de agua en la bandeja de la torre o en el recipiente intermedio. Asegurar el suministro de agua de reposición. La regulación puede asegurarse por medio de una válvula de flotador u otros sistemas. Ajustar el nivel de agua de manera que la aspiración de la bomba esté suficientemente cubierta por agua para evitar la aspiración de aire.
- Además, se debe tener en cuenta que, al parar la bomba, hay una cierta cantidad de agua que fluye a la bandeja. Por tanto, el máximo nivel de agua debe fijarse siempre por debajo del nivel del rebosadero.
- Ajuste de la purga de agua. (ver apartado 7.1.3).
  - a) En instalaciones pequeñas, la purga de agua suele hacerse de forma continua o a intervalos regulares por medio de una válvula manual, la cantidad de agua drenada se mide también manualmente.
  - b) Para instalaciones grandes, la purga se suele llevar a cabo por medio de un medidor de conductividad.

## 7. Programa de Mantenimiento

### 7.1 Programa de Mantenimiento para torres tipo EWK

Periodicidad	Motor-reductor	Ventilador	Relleno	Persianas de entrada	Filtro de entrada	Válvula de flotador	Toberas
Cada 500h o mensual					Comprobar el grado de suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar funcionamiento, limpiar si es necesario	
Cada 1000h o trimestral	Controlar el nivel de aceite del reductor	Comprobar sujeción de las palas	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario			
Cada 8000h o anual	Comprobar sujeción. Cambiar aceite reductor	Comprobar daños en palas y suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario				Comprobar funcionamiento
Cada 30000h o al menos cada 4 años	Lubricar y engrasar los cojinetes si es necesario						

### 7.2 Programa de Mantenimiento para torres tipo EWB y MODUPOL

Periodicidad	Motor-reductor	Ventilador	Relleno	Persianas de entrada	Filtro de entrada	Válvula de flotador	Toberas
Cada 500h o mensual					Comprobar el grado de suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar funcionamiento, limpiar si es necesario	
Cada 1000h o trimestral	Controlar el nivel de aceite del reductor	Comprobar sujeción de las palas	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario			
Cada 6000h o anual	Comprobar sujeción. Cambiar aceite reductor	Comprobar daños en palas y suciedad, limpiar si es necesario	Comprobar grado de suciedad, limpiar si es necesario				Comprobar funcionamiento
Cada 16000h o al menos cada 2 años	Comprobar cojinetes, cambiar si es necesario						
Cada 20000h o al menos cada 3 años	Lubricar cojinetes del motor, renovar grasa si es necesario						

### 7.3 Indicaciones para la ejecución de los trabajos de Mantenimiento más importantes

Trabajo de Mantenimiento	Tipo de Torre	Ejecución
Cambio de aceite (solo con motor caliente)	EWK 576 a 1800	Colocar recipiente de recogida de aceite Abrir los tornillos de drenaje y llenado de aceite, drenar aceite. Cerrar el tornillo de drenaje antes de llenar. Llenar de aceite y cerrar tornillo de llenado
	EWB 1300-7200 y MODUPOL EWK 2100-9000	<b>Posibilidad I: cambio de aceite con bomba</b> Se recomienda una bomba de trasiego con conexión de tubo R 1/2. La bomba se inserta en el agujero para varilla indicadora. Para reductores DFN se renueva el 60% del aceite. Para este cambio parcial de aceite se han de cumplir los siguientes intervalos: Primer cambio después de 6000 horas de funcionamiento Después cada 3000 horas A las 21000 horas de funcionamiento, cambio completo de aceite, cambio de cojinetes y juntas <b>Posibilidad II: cambio de aceite con verificación del motor</b> El conjunto motor se desmonta por completo, el ventilador se extrae del eje del reductor y se desatornilla del aro soporte. Se aparta el reductor y se vacía el aceite a través del tornillo lateral de drenaje. Antes de rellenar, el reductor es lavado con aceite circulado. Para reductores con lubricación forzada seguir las instrucciones específicas.
Control del relleno	Todas las torres  EWK 036-1800 MODUPOL EWK 2100-9000 EWB 1300-7200	Los depósitos de suciedad en el relleno (p.ej. óxido, cal, algas, etc) en casos extremos pueden causar grandes sobrecargas y daños en las estructuras de las torres. Además el relleno tapado disminuye la refrigeración. Comprobar a través de los huecos de ventanas si en la parte inferior del relleno hay algas u otros depósitos de suciedad. Comprobar la parte superior del relleno a través de la puerta de inspección, en las torres EWB se puede hacer incluso desmontando algún panel del cerramiento. Si es necesaria la limpieza, alimentar la conexión de entrada de agua con solución detergente (con la ayuda de un especialista). En casos extremos, retirar y el relleno para limpiar o cambiarlo. <b>No limpiar con agua a alta presión a corta distancia porque el material de relleno podría resultar dañado.</b>
Comprobar funcionamiento de toberas	EWK 036-1800 MODUPOL EWK 2100-9000 EWB 1300-7200	Comprobar el reparto uniforme de agua en la bandeja, se puede también controlar a través de la puerta de inspección, en caso de obstrucción o rotura de las toberas limpiar o cambiarlas para evitar pérdidas de capacidad de refrigeración, e incluso, daños en el relleno.

## 8. Calidad del agua

La composición del agua de refrigeración tiene una gran importancia para el funcionamiento de las torres de refrigeración. Tiene gran influencia en la capacidad de intercambio de calor, la vida útil y la rentabilidad. Por todo ello se recomienda, en la fase de diseño o, al menos, antes de la puesta en marcha, disponer de un análisis del agua y, en caso necesario, consultar a una empresa especializada.

En el marco de estas instrucciones de funcionamiento pueden hacerse únicamente indicaciones generales.

### 8.1 Cálculo de la cantidad de agua a reponer

La cantidad total de agua pérdida que es necesario reponer se compone de: pérdidas por evaporación, arrastre, purga y fugas de la instalación.

$$m_{wz} = m_{wv} + m_{ws} + m_{wa} + m_{wL}$$

donde:

- $m_{wz}$  cantidad de agua de reposición
- $m_{wv}$  pérdidas por evaporación
- $m_{ws}$  pérdidas por arrastre
- $m_{wa}$  purga
- $m_{wL}$  pérdidas por fugas de la instalación

#### 8.1.1 Pérdidas por evaporación

Las pérdidas por evaporación dependen de la cantidad de calor disipada y de las condiciones atmosféricas. Para condiciones de funcionamiento determinadas se puede hacer un cálculo bastante exacto, aunque, en la mayoría de los casos se puede hacer una estimación muy aproximada, que suele ser suficiente.

El método de cálculo aproximado de las pérdidas por evaporación  $m_{wv}$  es como sigue:

$$m_{wv} = \frac{m_w(t_{w1} - t_{w2})}{600} \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$m_w$  = caudal de agua a refrigerar [m<sup>3</sup>/h]

$t_{w1}$  = temperatura de entrada de agua [°C]

$t_{w2}$  = temperatura de salida de agua [°C]

#### 8.1.2 Pérdidas por arrastre

El arrastre ocurre a la salida del aire saturado de la torre. Debido a la alta eficiencia del separador de gotas, las pérdidas por arrastre son normalmente menores que el 0,02% del agua recirculada. Las pérdidas por salpicadura a la entrada de aire son, en general, del mismo orden.

#### 8.1.3 Purga

Con objeto de evitar altas concentraciones de sólidos disueltos en el agua del circuito, una parte de la misma debe ser drenada continuamente. La cantidad purgada depende de la calidad del agua del circuito y de la calidad del agua de aporte. Si se toma como criterio la dureza al carbonato (o contenido de cloruros u otros minerales) la cantidad de agua de purga puede calcularse como sigue:

$$m_{wa} = \frac{m_{wv}}{E - 1}$$

E = Índice de concentración

$$E = \frac{KH_U}{KH_Z}$$

$KH_U$  = dureza al carbonato del agua del circuito

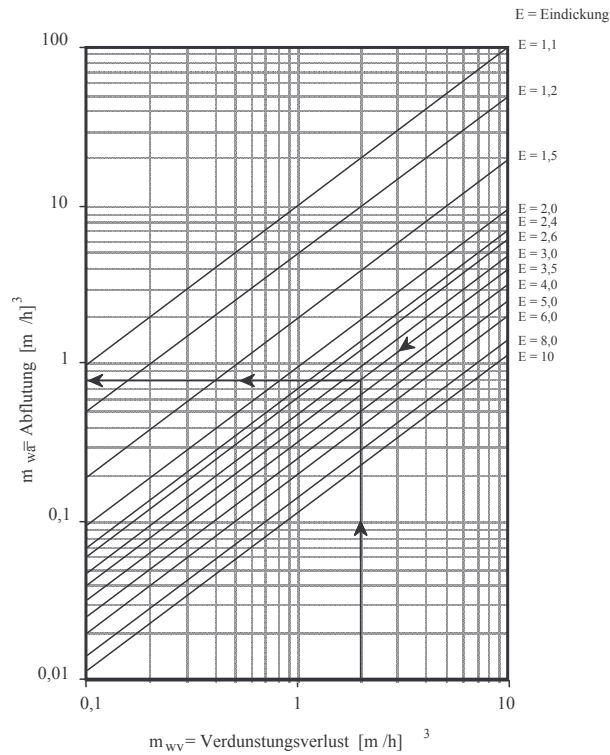
$KH_Z$  = dureza al carbonato del agua de aporte

El índice de concentración no debe ser menor que E= 3...4, ya que, a valores menores la cantidad de purga y en consecuencia la cantidad de agua de reposición se incrementará considerablemente.

Para calcular véase también Fig 13: 'Concentración de agua'

#### 8.1.4 Pérdidas por fugas

Las pérdidas por fugas dependen de la instalación y no son cuantificables por los fabricantes de las torres.



**Fig.13:** Cálculo de la purga  $m_{wa}$  en función del índice de concentración del agua E y las pérdidas por evaporación  $m_{wv}$

Ejemplo:

$$m_{wv} = 2 \text{ m}^3/\text{h}, E = 3,5 \rightarrow m_{wa} = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

## 8.2 Valores recomendados de calidad del agua

Para una eficiencia óptima y una vida útil máxima, la calidad del agua del circuito debe ser tal que sus parámetros estén comprendidos dentro de los valores límites de la tabla siguiente.

Para más información, véase también VDI 3803 Bl. 10 .

Dureza al carbonato	7 - 9	°dH
Dureza al carbonato con la adición de estabilizantes	bis 20	°dH
Contenido de cloruros aprox.	300	mg/l
• En caso de aceros austeníticos aprox.	50	mg/l
Valor de pH	7 - 8	
Para metales ligeros	7 - 7,5	
Contenido de sulfatos aprox.	500	mg/l
Hierro aprox.	0,3	mg/l
Contenido de sales, total	2000	mg/l
Sólidos en suspensión aprox.	50	mg/l
Conductividad	1200	µS/cm

## 9. Investigación de Averías

Operación Tipo de fallo	Medidas preventivas Eliminación del fallo
Funcionamiento en invierno Peligro de congelación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No conectar la torre sin carga térmica (nunca conectar el ventilador sin agua en circulación).</li> <li>2. La temperatura del agua deberá ser lo más alta posible (por regla general no más baja de 10 °C; control termostático del ventilador).</li> <li>3. Vaciar todas las tuberías exteriores durante las paradas de la instalación.</li> <li>4. Evitar el congelamiento en el entorno. Conectar los ventiladores a velocidad baja o desconectarlos.</li> <li>5. Eliminar la formación de hielo de las persianas de entrada de aire desconectando el ventilador y circulando el agua caliente en la torre. No quitar la capa de hielo a la fuerza, de lo contrario se pueden producir daños.</li> <li>6. La salida de agua fría puede mantenerse libre de formación de hielo instalando una resistencia eléctrica de caldeo. Informar al personal de mantenimiento antes de comenzar el período de heladas.</li> </ol>
Vibraciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar daños o suciedad en las palas del ventilador , limpiarlas si es necesario.</li> <li>2. Comprobar si el ajuste de las palas es el adecuado (posición de las palas, tornillos de fijación, ángulo de pala).</li> <li>3. Comprobar si el vierteaguas del cubo o de las propias palas está obstruido.</li> <li>4. Asegurarse de que no se forma hielo en el ventilador durante el tiempo de heladas, de otra forma se pueden producir grandes desequilibrios e incluso graves desperfectos.</li> </ol>
Capacidad de refrigeración insuficiente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar el sentido de giro del ventilador.</li> <li>2. Comprobar las toberas de distribución de agua.</li> <li>3. Comprobar si el relleno está tapado. La suciedad del relleno podría sobrecargar la torre.</li> </ol>
Incrustaciones calcáreas en la torre o en las tuberías.	<p>La dureza del agua admitida es excesiva.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar si la cantidad de purga es suficiente – véase capítulo 8.1.3</li> <li>2. Analizar el agua y llevar a cabo un tratamiento adecuado.</li> <li>3. Eliminar las incrustaciones con algún disolvente (consultar empresa especializada), neutralizar luego la instalación.</li> </ol>
Presencia de algas o limos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir el valor del pH añadiendo ácido.</li> <li>2. Tratar el agua con biocidas. Efectuar el tratamiento en forma discontinua (consultar empresa especializada)</li> </ol>
Corrosión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer análisis de agua y tratamiento de agua según las instrucciones de una empresa especializada.</li> <li>2. Si se dispone de control de pH, comprobar los electrodos, eliminar los posibles depósitos, posteriormente calibrar.</li> <li>3. Evitar la combinación de cobre/acero galvanizado en el circuito de agua.</li> <li>4. Si el agua de reposición es desmineralizada, introducirla por encima del relleno para evacuar el CO2 libre.</li> </ol> <p>Si el contenido en cloruros es &gt;50mg/l el acero austenítico puede sufrir corrosión, evitar depósitos de acero austenítico, especialmente con agua estancada. (Prestar atención especial a las soldaduras).</p>
Daños en bandeja de hormigón	Contenido de sulfatos demasiado alto. Recubrir el depósito con material plástico.
Ruido extraño en el reductor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprobar nivel de aceite, rellenar si es necesario.</li> <li>2. Comprobar frecuencia de conmutación en funcionamiento automático y limitarla a 3...4/h. Ampliar el rango de conmutación en el termostato si es necesario.</li> <li>3. Para motores de dos velocidades ajustar el temporizador para conmutación de alta y baja velocidad a 30 segundos como mínimo.</li> </ol>

### 9.1 Programa de limpieza

La tabla siguiente indica las actividades de mantenimiento a realizar para el adecuado control del sistema de circulación del agua.

Descripción de tarea	Puesta en marcha	Semanal	Mensual	Cada seis meses	Parada	Anual
Control del estado general	X	X			X	
Limpieza de sedimentos	X		X		X	
Comprobar y en su caso limpiar el depósito.	X			X		
Limpieza de filtros.	X		X			
Comprobar nivel de agua en el depósito y ajustar la reposición.	X		X			
Revisar suciedad del relleno	X		X			
Revisar sistema de distribución	X		X			
Comprobar separador de gotas	X	X				
Comprobar calidad del agua según instrucciones	X	X				
Comprobar dosificación de productos químicos	X	X				
Comprobar y ajustar la purga	X	X				
Comprobar resistencias de caldeo y accesorios			X			
Vaciar el depósito y las tuberías					X	
Revisar pintura de protección						X

## 10. Prescripciones de Seguridad

### 10.1 Trabajos de Soldadura y esmerilado

Cuando se realizan trabajos de soldadura y esmerilado, existe riesgo de incendio de materiales plásticos. Deben tomarse, por tanto, las siguientes precauciones:

- comprobar que un extintor de espuma esté a mano.
- tapar la salida de aire de la torre para evitar corrientes.

En caso de áreas con peligro de explosión, han de seguirse las medidas de protección locales.



**CUIDADO CON LAS LLAMAS EN LAS PROXIMIDADES DE LAS TORRES**

### 10.2 Acceso al interior de la torre

En caso de realizar trabajos en el interior de la torre, asegurarse de que el interruptor principal esté desconectado. Poner, además, en el interruptor un letrero bien legible con el siguiente texto:



**¡NO CONECTAR, PELIGRO DE MUERTE!**

### 10.3 Conexiones del agua

De acuerdo a la normativa de salud para aguas potables (véase DIN 1988), las tuberías de agua para uso industrial y las de agua potable sólo pueden conectarse entre sí a través de un separador de tuberías especialmente diseñado al efecto, (comprobado y aprobado por DVGW).

Las normativas locales pueden ser distintas a las que se mencionan aquí.

## 11. Resistencia de materiales

La información relativa a la resistencia de los materiales se refiere solo a los datos más importantes. En caso de haber sustancias especiales en el agua, es preciso consultar de forma específica. Dependiendo de la aplicación, podrían usarse otros materiales.

Material	max. Temp.	Valor pH
Relleno de PVC	60 °C	6,5...8,5
“ PVC aditivado	80 °C	6,5...8,5
“polipropileno	80 °C	6,5...8,5
“poliestireno	65 °C	6...10
(inestable con hidrocarburos)		
Separador de gotas de PVC	60 °C	6,5...8,5
“polipropileno	80 °C	6,5...8,5

