



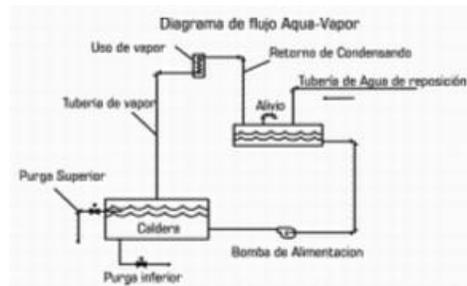
COMO SELECCIONAR UN SUAVIZADOR

PRODUCCIÓN DE VAPOR

La mayoría de las calderas tienen varias cosas en común. Usualmente, en la parte inferior está un fogón o cámara de combustión (horno) a donde se alimenta el combustible más barato o más disponible a través de un quemador para formar una flama. El quemador está controlado automáticamente para pasar sólo el combustible suficiente para mantener una presión de vapor deseada. La flama o calor es dirigida y distribuida a las superficies de calentamiento, las cuales usualmente son tubos, tiros de chimenea o serpentines de diámetro bastante pequeño.

En algunos diseños el agua fluye a través de los tubos o serpentines y el calor es aplicado al exterior. A éstas se les denominan calderas acuotubulares. En otras calderas los tubos o tiros de chimenea están inmersos en el agua y el calor pasa a través del interior de los tubos.

Estas son calderas humo tubulares. Si el agua es sometida a los gases calentados más de una vez, la caldera es de "dos-pasos", de "tres-pasos", o de "pasos múltiples".



El agua calentada o vapor se eleva hasta la superficie del agua, vaporiza y es recolectada en una o más cámaras o "tambores". Mientras más grande la capacidad del tambor, mayor es la capacidad de la caldera para producir grandes y repentinas demandas de vapor. En la parte superior del tambor de vapor está una salida o "cabezal de vapor" desde la cual el vapor es entubado hasta los puntos de uso. En la parte superior del fogón está una chimenea de metal o de ladrillo o "inductor de tiro", el cual se lleva los subproductos de la combustión y las variables cantidades de combustible no utilizado. En la parte inferior de la caldera, y usualmente al lado opuesto del fogón, está una válvula de salida denominada como "purga". Es a través de esta válvula que la mayor parte del polvo, lodo, cieno y otros materiales indeseables son purgados de la caldera.

Adheridos a la caldera hay múltiples controles de seguridad para liberar la presión si ésta se eleva demasiado, para apagar el quemador si el agua baja demasiado o para controlar automáticamente el nivel del agua. Se incluye una columna de agua (vidrio de nivel) para que el nivel interior del agua quede visible para el operador.



<p>AGUA DE ALIMENTACIÓN A LA CALDERA</p>	<p>El agua para la caldera se almacena usualmente en un tanque "de relleno o reposición" de manera que se tenga disponible un volumen de agua suficiente para demandas mayores a las acostumbradas. Se mantiene un nivel constante por medio de una válvula flotadora similar en principio al flotador en el tanque de un sanitario. Una bomba de alta presión saca el agua del tanque de relleno y la vacía en la caldera. Debido a que la mayoría de las calderas operan a presiones más altas que las del suministro de agua, la bomba debe elevar la presión del agua de alimentación un poco por encima de la presión de operación de la caldera.</p> <p>El vapor limpio es agua pura en forma de gas. Cuando se enfría y se condensa es agua pura y se le denomina "condensado". A medida que se condensa en agua contiene considerable calor, el cual puede ser utilizado. Es un agua de relleno o de alimentación casi perfecta, ya que ha sido despojada de minerales disueltos y materia extraña en el proceso de evaporación.</p> <p>Siempre que es posible, el condensado es regresado a la caldera y recolectado en un tanque denominado "receptor o tanque de condensado". Cuando se recupera el condensado, el receptor puede también desempeñar la función de tanque de relleno.</p> <p>En algunas instalaciones, el retorno del condensado puede suministrar tanto como el 99% del agua de alimentación y mientras más alto sea el porcentaje de condensado, se requiere menos tratamiento de agua. Otras instalaciones pueden requerir del 100% de reposición si por alguna razón el condensado no puede ser recuperado o si está muy contaminado.</p>																																
<p>PRESIONES DE LA CALDERA</p>	<p>La temperatura y la presión a las cuales opera una caldera tienen una relación definida, según se muestra en la siguiente tabla:</p> <p>PUNTO DE EBULLICIÓN DEL AGUA A DIFERENTES PRESIONES</p> <p>TEMPERATURA PRESIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>°F</th> <th>°C</th> <th>Kg/cm²</th> <th>PSI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>212</td> <td>100</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>149</td> <td>3.7</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>204</td> <td>16</td> <td>232</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>260</td> <td>47</td> <td>666</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>316</td> <td>108</td> <td>1529</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>371</td> <td>217</td> <td>3080</td> </tr> <tr> <td>705</td> <td>374</td> <td>225</td> <td>3200</td> </tr> </tbody> </table>	°F	°C	Kg/cm ²	PSI	212	100	0	0	300	149	3.7	52	400	204	16	232	500	260	47	666	600	316	108	1529	700	371	217	3080	705	374	225	3200
°F	°C	Kg/cm ²	PSI																														
212	100	0	0																														
300	149	3.7	52																														
400	204	16	232																														
500	260	47	666																														
600	316	108	1529																														
700	371	217	3080																														
705	374	225	3200																														

	<p>A presión atmosférica normal, el agua hierve a 100 oC (212 oF); a presiones más altas se incrementa el punto de ebullición, alcanzando un máximo de 374 oC (705 oF) a una presión de 225 kg/cm² (3200 psi). Arriba de esta temperatura el agua no puede existir como un líquido.</p>
<p>CAPACIDADES DE LA CALDERA</p>	<p>Las calderas son clasificadas por la cantidad de vapor que pueden producir en un cierto período de tiempo a una cierta temperatura. Las unidades más grandes producen 454,545 kg (1, 000,000 lb) de vapor por hora. Las calderas se clasifican a 1 HP (0.745 kilowatts) de fuerza por cada 15.7 kg (34.5 lb) de agua que pueda evaporar por hora. Otra definición es 1 HP (0.745 kilowatts) por cada 0.93 m² (10 pie²)de superficie de calentamiento en una caldera acuatubular o 1.11 m² (12 pie²) de superficie de calentamiento en una caldera humotubular.</p> <p>EQUIVALENCIAS:</p> <p>1 HP (0.745 kilowatts) hr de caldera = 15 lt. (4 gal.) de agua evaporada por hora. 1 kg (2.2 lb) de evaporación por hora = 1 lt.(0.26 gal)evaporado por hora. 1 galón de evaporación por hora = 8.34 lbs de agua por hora.1 HP de caldera = 15 kg (33.36 lb) de agua por hora.</p>
<p>SELECCIÓN DEL SUAVIZADOR PARA CALDERAS</p>	<p>En el proceso de seleccionar un adecuado suavizador del agua para el tratamiento de agua de alimentación de una caldera deben revisarse varias áreas. Esto implica básicamente la necesidad de obtener un análisis del agua, los HP de la caldera y la información referente a la recuperación del vapor. Cada una de estas áreas deberá revisarse previo al proceso de selección de un suavizador.</p> <p>La dureza se compone de calcio y magnesio. La dureza en las aguas naturales variará considerablemente, dependiendo de la fuente de donde se obtenga el agua. Las secciones del país que tienen formaciones de piedra caliza generalmente tienen un alto contenido de dureza en el agua. Dado que las aguas superficiales son diluidas por las lluvias, el agua de pozo en la misma área normalmente tendrá una dureza mucho más alta que la del agua superficial, dado que el flujo es subterráneo sobre capas de rocas.</p> <p>Nunca debe suponerse el grado de dureza en una ubicación dada. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para obtener un análisis del agua en el sitio de la instalación. Esto garantizará la precisión en el proceso de selección.</p> <p>Para poder determinar el tamaño de un suavizador de agua el primer procedimiento en el proceso de selección es determinar la cantidad de dureza. Muchos de los reportes de análisis de agua expresan la dureza total en partes por millón (PPM). La expresión PPM debe ser convertida, si se usa sistema inglés, a granos por galón (GPG) para poder seleccionar el tamaño de un sistema suavizador. Para convertir la dureza expresada en PPM a GPG, dividir PPM entre 17.1.</p> <p>Ejemplo: Un reporte de dureza total de 400 PPM se convierte como sigue: 400 PPM ÷ 17.1 = 23 GPG de dureza.</p>
<p>DETERMINANDO EL</p>	<p>Para poder determinar la cantidad de agua utilizada para alimentar a una</p>

VOLUMEN DE REPOSICIÓN

caldera, se necesita hacer cálculos para convertir la capacidad de la caldera a la cantidad máxima de agua de reposición en litros (galones). Las capacidades de la caldera se dan en varias formas. Sin embargo, todas pueden y deben ser convertidas a un factor común de caballos de fuerza. Por cada caballo de fuerza (0.745 kilowatts) se requiere un volumen de agua de alimentación de 16 lt (4.25 gal.) por hora. Para convertir otras capacidades de la caldera a caballos de fuerza debe consultarse la siguiente tabla.

CAPACIDADES DE LA CALDERA	FACTORES UTILIZADOS PARA CONVERTIR A CABS.DE FZA. (HP)
Kg (o Libras) de vapor por hora	Dividir entre 15.7 (para libras dividir entre 34.5)
BTU's	Dividir entre 33.475
Metros ² (Pies ²) del área – acuotubulares	Dividir entre 0.93 (para pies ² dividir entre 10)
Metros ² (Pies ²) del área – humotubulares	Dividir entre 1.11 (para pies ² dividir entre 12)

Para determinar los caballos de fuerza de la caldera deben conocerse dos factores adicionales para poder obtener la cantidad neta de agua de relleno requerida en un período de 24 horas. El primero de éstos es determinar la cantidad de retorno de condensado a la caldera. La cantidad del condensado regresado a un sistema de caldera es información vital para seleccionar un suavizador de agua. Esta información normalmente la conoce el operador de la caldera o el ingeniero de diseño. La cantidad del condensado regresado se resta de la cantidad máxima del volumen de agua de relleno calculado de la capacidad en caballos de fuerza. La cantidad neta a la que se hace referencia es la diferencia entre la máxima agua de relleno menos la cantidad de condensado regresado al sistema.

Un método muy preciso para determinar la cantidad neta del agua de relleno por hora, o el porcentaje de condensado regresado, puede ser calculando simplemente de las operaciones existentes, comparando un análisis del agua del tanque receptor del condensado y el agua cruda de relleno. Al comparar estas dos aguas, uno puede ser muy preciso en la cantidad de condensado regresado al sistema.

Ejemplo: Un tanque receptor de condensado con un agua que contenga 300 PPM de sólidos disueltos totales (SDT) y un factor conocido de 600 PPM de SDT en el suministro de agua cruda de relleno nos indicaría un retorno de condensado del 50%. Según se describió antes en esta publicación, el condensado es agua casi perfecta (cero SDT) cuando entra al tanque receptor del condensado. Por lo tanto, cuando el suministro de agua cruda de 600 PPM de SDT es diluida con agua con 0 PPM de SDT en relación 1:1, el resultado sería 300 PPM de SDT o una dilución del 50% o un retorno de condensado del 50%.

El paso final en nuestra recolección de información para el proceso de selección del suavizador es obtener el número de horas que la caldera es operada en un día. Esto no es importante sólo para poder determinar el volumen total de agua de relleno, también es información requerida para determinar el diseño de nuestro sistema suavizador. Una caldera que opera 24 horas al día requerirá agua suave en todo momento. Por lo tanto, el diseño requerirá el uso de dos unidades. En los sistemas que operan 16 horas al día, el uso de un solo suavizador llenará las necesidades de la operación. Típicamente, el tiempo requerido para regenerar un suavizador es menos de tres horas.

CÁLCULOS PARA SELECCIONAR SUAVIZADOR DE CALDERAS	Ahora estamos listos para proceder con un enfoque típico para seleccionar un suavizador de agua. Primero se reúne la información acerca de todos los aspectos del sistema de caldera discutidos en esta sección. Primero habrá que hacer un listado de todos los factores de nuestro diseño. La siguiente representa una planta de caldera típica de la cual podemos calcular la demanda para un suavizador.
(1) DETERMINAR LA DUREZA DEL AGUA	El análisis recibido o tomado está en partes por millón (PPM) o mg/l. Si se usa sistema inglés convertir a granos por galón (GPG). $400 \text{ ppm} \div 17.1 = 23 \text{ GPG}$
(2) DETERMINAR LOS HP DE LA CALDERA	La capacidad de la caldera es en kg (libras) por hora de vapor. Convertir a HPs. $784 \text{ kg (1,725 lbs)} \text{ por hora} \div 15.7 (34.5) = 50 \text{ HP}$
(3) DETERMINAR EL MAXIMO DE LITROS (GALONES) POR HORA DE AGUA DE RELLENO	La capacidad de la caldera es de 50 HP. Convertir los HP a litros (o galones) por hora de agua de relleno. $50 \text{ HP} \times 16 \text{ lt (4.25 gal.)} \text{ por hora de relleno.}$
(4) DETERMINAR LA CANTIDAD DE CONDENSADO REGRESADO AL SISTEMA Y CALCULAR EL REQUERIMIENTO NETO DE AGUA DE RELLENO	El relleno por hora es de 800 litros (211 galones). El condensado regresado es del 50% o 400 litros (105.5 galones) por hora. $800 - 400 = 400 \text{ litros (211 - 105.5 = 105.5 galones)} \text{ de relleno netos por hora}$
(5) DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DIARIOS DE RELLENO	400 litros (105.5 galones) de relleno netos por hora. El sistema de caldera opera 16 horas al día. $400 \text{ litros (105.5 galones)} \text{ por hora} \times 16 \text{ horas} = 6,400 \text{ litros (1,688 galones)} \text{ por cada día de operación.}$
(6) DETERMINAR LOS GRAMOS COMO CaCO₃ (o GRANOS) DE DUREZA TOTALES QUE DEBERAN SER REMOVIDOS DIARIAMENTE	$6,400 \text{ litros (1,688 galones)} \text{ por día con una dureza de } 400 \text{ ppm o } 400 \text{ mg/l o } 0.4 \text{ g/l (23 granos por galón). } 6,400 \text{ litros} \times 0.4 \text{ g/lt} = 2,560 \text{ g (1,688 galones} \times 23 \text{ GPG} = 38,824 \text{ granos)} \text{ de dureza seca necesitan ser removidos del agua cada día.}$ La respuesta en nuestro sexto paso de 2,560 gramos (38,824 granos) de dureza seca para ser removidos del agua diariamente, nos lleva a nuestro enfoque final al seleccionar un suavizador de agua. Debido a la naturaleza de la importancia de obtener agua suave para el agua de alimentación de la caldera, debemos dejar un margen de error en nuestro proceso de selección. Comúnmente, este margen es del 15%. La multiplicación de 2,560 gramos (38,824 granos) por día x 1.15 da por resultado una demanda total de remoción de 2,944 gramos (44,648 granos) por día que necesitan ser removidos.
2. SELECCIÓN DE SUAVIZADORES RESIDENCIALES Y COMERCIALES	Utilizar esta tabla para determinar el modelo y tamaño del suavizador para una determinada dureza y un determinado número de personas en la casa o edificio, lo establecido requerido para el ciclo de regeneración y lo establecido (en litros o galones) para el medidor opcional. Ver las notas al pie de la tabla



Biblioteca Calderas del Norte SA Steam Boiler
 P.O. Box 66478
 Mexico, Df
 Tel: 01800-849-8459
Inspection and Insurance Co.
 Nex: 0181-83218290
 Internet: <http://www.calderasdelnorte.com>

para las CLAVES para leer la tabla.

Número de personas utilizando agua suavizada en la casa (consumo en m³ y gal.)

Dureza ppm CaCO ₃ (granos por galón)	1 2.3 m ³ 75gal	2 0.28 m ³ 150gal	3 0.57 m ³ 225gal	4 0.85 m ³ 300gal	5 1.14 m ³ 375gal	6 1.4 m ³ 450gal	7 1.7 m ³ 525gal	8 2 m ³ 600gal
17.1-86 (1-5)	989 15 12 1700	989 15 12 1600	989 15 6 1500	989 15 6 1500	989 15 4 1400	1978 30 6 3500	1978 30 4 3400	1978 30 3 3300
103-170 (6-10)	989 15 12 800	989 15 4 750	989 15 3 650	1978 30 4 1500	1978 30 4 1400	1978 30 3 1300	2967 45 3 1200	2967 45 4 2100
188-256 (11-15)	989 15 6 500	989 15 3 400	1978 30 4 950	1978 30 3 900	1978 30 3 800	2967 45 3 1300	2967 45 3 1200	2967 45 2 1100
274-340 (16-20)	989 15 4 375	989 15 2 300	1978 30 3 675	2967 45 4 1100	2967 45 3 1000	2967 45 3 900	3956 60 3 1200	3956 60 2 1100
359-428 (21-25)	989 15 4 250	1978 30 4 600	1978 30 3 500	2967 45 3 800	2967 45 2 700	3956 60 3 1000	3956 60 2 900	5934 90 3 1600
445-513 (24-30)	1978 30 6 450	1978 30 3 400	2967 45 3 550	2967 45 2 500	3956 60 2 700	5934 90 3 1200	5934 90 3 1600	7912 120 3 1500
530-599 (31-35)	1978 30 6 400	1978 30 3 350	2967 45 3 550	3956 60 3 700	5934 90 4 1200	5934 90 3 1100	7912 120 3 1500	7912 120 3 1400
616-684 (36-40)	1978 30 4 400	2967 45 4 525	2967 45 4 450	3956 60 2 600	5934 90 3 975	5934 90 3 1350	7912 120 - 1200	- - - -
701-770 (41-45)	2967 45 6 500	2967 45 3 400	3956 60 3 500	5934 90 3 900	5934 90 3 800	7912 120 3 1000	- - - -	- - - -
787-855 (46-50)	2967 45 6 500	3956 60 4 600	5934 90 4 950	5934 90 3 850	7912 120 3 1100	- - - -	- - - -	- - - -

Lo establecido para el medidor está basado en las capacidades del suavizador al mínimo de salmuera: 96 g por litro de resina (6 lbs/pie³ de resina).

CLAVE PARA CADA SEGMENTO HORIZONTAL DE LA TABLA:

Primer renglón = capacidad del suavizador en gramos de dureza como CaCO₃

Segundo renglón= capacidad del suavizador en kilogramos de dureza

Tercer renglón = número de DÍAS entre los ciclos de regeneración (cuando se instala un **timer**)

Cuarto renglón = lo establecido para el medidor (en GALONES utilizados entre regeneraciones, para LITROS multiplicar x 3.785) cuando se instala un medidor opcional.

DUREZA COMPENSADA:

Al seleccionar el equipo de acondicionamiento de agua, la dureza debe basarse en la dureza compensada. La dureza compensada toma en consideración los minerales y otros factores que reducen la capacidad de suavizado de un

	<p>suavizador. Estas partidas no pueden sacarse de una prueba de dureza estándar. Para llegar a la dureza compensada, multiplicar la cifra de la derecha por la dureza en ppm (mg/l) como CaCO₃ o granos por galón.</p> <table border="0" data-bbox="649 451 1388 661"> <thead> <tr> <th>PRUEBA ESTÁNDAR DE DUREZA ppm (granos/gal)</th> <th>MULTIPLICAR POR</th> <th>DUREZA COMPENSADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17.1-342 (1 - 20)</td> <td>1.1</td> <td>=</td> </tr> <tr> <td>359-684 (21 - 40)</td> <td>1.2</td> <td>=</td> </tr> <tr> <td>701-1197 (41 - 70)</td> <td>1.3</td> <td>=</td> </tr> <tr> <td>1214-1710 (71-100)</td> <td>1.4</td> <td>=</td> </tr> <tr> <td>1727 (101) - Más</td> <td>1.5</td> <td>=</td> </tr> </tbody> </table> <p>DETERMINAR SIEMPRE (1) CAPACIDAD DE FLUJO Y (2) CAPACIDAD TOTAL EN GRAMOS o GRANOS.</p>	PRUEBA ESTÁNDAR DE DUREZA ppm (granos/gal)	MULTIPLICAR POR	DUREZA COMPENSADA	17.1-342 (1 - 20)	1.1	=	359-684 (21 - 40)	1.2	=	701-1197 (41 - 70)	1.3	=	1214-1710 (71-100)	1.4	=	1727 (101) - Más	1.5	=
PRUEBA ESTÁNDAR DE DUREZA ppm (granos/gal)	MULTIPLICAR POR	DUREZA COMPENSADA																	
17.1-342 (1 - 20)	1.1	=																	
359-684 (21 - 40)	1.2	=																	
701-1197 (41 - 70)	1.3	=																	
1214-1710 (71-100)	1.4	=																	
1727 (101) - Más	1.5	=																	
<p>3. METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE SUAVIZADORES</p>	<p>Se utiliza la siguiente fórmula para determinar la cantidad de resina y el tamaño del tanque:</p> <p>Vol.Res. (pie³) = (gasto o flujo en gpm) / (5 gpm/pie³ de resina).</p> <p>Ejemplo: si tenemos un flujo pico a usar de 10 gpm; entonces, Vol.Res. = 10 gpm / 5 gpm/pie³ resina = 2 pies³.</p> <p>Nota: el flujo mínimo de servicio para un suavizador es de 3 gpm/pie² de área del tanque. Esto para evitar la canalización del flujo a través de la resina.</p> <p>Se usa esta tabla para determinar el tamaño del tanque:</p> <table border="0" data-bbox="560 1312 771 1669"> <tbody> <tr><td>0.75 pie³ – 8" x 44"</td></tr> <tr><td>1.0 pie³ – 9" x 48"</td></tr> <tr><td>1.5 pie³ – 10" x 54"</td></tr> <tr><td>2.0 pie³ – 12" x 52"</td></tr> <tr><td>2.5 pie³ – 13" x 54"</td></tr> <tr><td>3.0 pie³ – 14" x 65"</td></tr> <tr><td>4.0 pie³ – 16" x 65"</td></tr> <tr><td>5.0 pie³ – 18" x 65"</td></tr> <tr><td>7.0 pie³ – 21" x 62"</td></tr> <tr><td>10.0 pie³ – 24" x 65"</td></tr> <tr><td>15.0 pie³ – 30" x 72"</td></tr> <tr><td>20.0 pie³ – 36" x 72"</td></tr> <tr><td>30.0 pie³ – 42" x 72"</td></tr> <tr><td>40.0 pie³ – 48" x 72"</td></tr> </tbody> </table> <p>Entonces, en el ejemplo anterior escogeríamos el tanque 12" x 52"</p> <p>a. DETERMINAR LA CAPACIDAD Y EL TAMAÑO DEL TANQUE. b. DETERMINAR EL NÚMERO DE REGENERACIONES POR DÍA Y LA VÁLVULA A USAR.</p> <p>-Determinar la capacidad de la resina usando la tabla siguiente.</p>	0.75 pie³ – 8" x 44"	1.0 pie³ – 9" x 48"	1.5 pie³ – 10" x 54"	2.0 pie³ – 12" x 52"	2.5 pie³ – 13" x 54"	3.0 pie³ – 14" x 65"	4.0 pie³ – 16" x 65"	5.0 pie³ – 18" x 65"	7.0 pie³ – 21" x 62"	10.0 pie³ – 24" x 65"	15.0 pie³ – 30" x 72"	20.0 pie³ – 36" x 72"	30.0 pie³ – 42" x 72"	40.0 pie³ – 48" x 72"				
0.75 pie³ – 8" x 44"																			
1.0 pie³ – 9" x 48"																			
1.5 pie³ – 10" x 54"																			
2.0 pie³ – 12" x 52"																			
2.5 pie³ – 13" x 54"																			
3.0 pie³ – 14" x 65"																			
4.0 pie³ – 16" x 65"																			
5.0 pie³ – 18" x 65"																			
7.0 pie³ – 21" x 62"																			
10.0 pie³ – 24" x 65"																			
15.0 pie³ – 30" x 72"																			
20.0 pie³ – 36" x 72"																			
30.0 pie³ – 42" x 72"																			
40.0 pie³ – 48" x 72"																			

Libras de sal x pie3 resina	Capacidad en granos/pie3 de resina
4.5	17,500
6.0	20,000
8.5	24,000
10.0	26,000
12.0	28,000
15.0	30,000

Siguiendo el ejemplo anterior tenemos que 2 pie3 de resina tienen una capacidad máxima de 60,000 granos (2 pie3 resina x 30,000 granos/pie3 resina) al regenerarse la resina con 15 lb. por pie3.

-Se usa el dato de dureza del agua, primero convirtiendo la dureza expresada en ppm como CaCO₃ a granos/galón y esto se hace dividiendo la dureza del agua en ppm entre 17.1.

Siguiendo el mismo ejemplo, entonces, si tenemos que la dureza del agua es de 500 ppm... Dureza en granos/gal. = 500 ppm/ 17.1 = 29.24 granos/gal.

-Ya que se obtuvo la dureza en granos/galón se le aplica el factor de compensación, que se

explicó anteriormente en la página 12:

De 1-20 granos/gal	Multiplicar por 1.1
De 21-40 granos/gal	Multiplicar por 1.2
De 41-70 granos/gal	Multiplicar por 1.3
De 71-100 granos/gal	Multiplicar por 1.4
De 101 + granos/gal	Multiplicar por 1.5

Siguiendo el mismo ejemplo, entonces, multiplicamos 29.24 granos/gal. x 1.2 y obtenemos la dureza compensada que es 35.09 granos/gal.

-Entonces para obtener el volumen de agua entre regeneraciones y por consecuencia el tiempo entre regeneraciones, se hace lo siguiente:

*Volumen de agua entre regeneraciones (galones) = capacidad total en

granos/dureza compensada en granos por galón.

Siguiendo el ejemplo: Volumen de agua entre regeneraciones = 60,000 granos/ 35.09 granos/gal. = 1709.9 galones.

*Tiempo entre regeneraciones (días) = Volumen de agua entre regeneraciones (gal.) / volumen de agua(gal.) usado por día.

Siguiendo el ejemplo y suponiendo que se tiene un volumen de uso de agua de 500 galones/día, entonces, el Tiempo entre regeneraciones = (1709.9 galones) / (500 galones / día) = 3.4 días. Esto quiere decir que el equipo se regenerará cada 3.4 días.

Este dato es importante si se quiere escoger entre una válvula con cuenta galones de regeneración inmediata (twin o duplex, p.ej.) o una electromecánica de reloj, ya que la mayoría de las válvulas electromecánicas de reloj solo se pueden regenerar una vez al día. Y también este dato es importante a la hora de programar las válvulas.

Por otra parte, si se cuenta con una válvula que no se puede cambiar y que se regenera una sola vez al día, se requiere una capacidad mayor de resina (un tanque más grande) para lograr una regeneración al día como máximo. Lo anterior, siempre y cuando esta mayor capacidad (tanque) sea adecuada a la capacidad de retrolavado e inyección de la válvula y que el flujo a través de la cama de resina no sea menor a 3 gpm / pie² de área del tanque.

-Se calcula el retrolavado del tanque para un suavizador y para esto se usa la siguiente formula (para agua con temperaturas de México):

Flujo de retrolavado para un suavizador(gpm) = área del tanque en pie² x 5.5 gpm/ pie²

Siguiendo con el ejemplo anterior, entonces, Flujo de retrolavado suavizador 12" = 0.79 pie² x 5.5 gpm/pie² = 4.34 gpm

*Esta tabla se puede usar para agilizar el proceso:



**Biblioteca Calderas del Norte SA Steam
Boiler**
P.O. Box 66478
Mexico, Df
Tel: 01800-849-8459
Inspection and Insurance Co.
Nex: 0181-83218290
Internet: <http://www.calderasdelnorte.com>

Tanque	Retrolavado (GPM)
8"	1.9
9"	2.4
10"	3.0
12"	4.3
13"	5.1
14"	5.9
16"	7.7
18"	9.7
21"	13.2
24"	17.3
30"	27.0
36"	38.9
42"	52.9
48"	69.1

-Una vez determinados el flujo de servicio, el tiempo entre regeneraciones y el retro lavado se procede a escoger la válvula según las características mencionadas. **Ver tabla de válvulas en la última página.**



4. DETALLES SOBRE CAPACIDADES DE SUAVIZADORES AQUAPURIFICACION

Tanque	Piez2	Piez3	Piez3	Capacidad						Flujo de Servicio					
				Económica		Normal		Máxima		Normal		Pico		Retrolavado	
				Cap. (gr.)	Cap. (Granos)	Cap. (gr.)	Cap. (Granos)	Cap. (gr.)	Cap. (Granos)	gpm	lpm	gpm	lpm	gpm	lpm
8' x 44'	0.35	1.16	0.75	969	15000	1296	19300	1385	21000	2.25	8.32	3.75	14.19	1.92	7.27
9' x 48'	0.44	1.58	1.00	1319	20000	1715	26000	1979	30000	3.00	11.26	5.00	18.90	2.43	9.20
10' x 54'	0.54	2.19	1.30	1979	30000	2570	39000	2969	45000	4.30	17.00	7.50	28.39	2.97	11.24
12' x 52'	0.78	3.00	2.00	2639	40000	3430	52000	3939	60000	6.00	22.71	10.00	37.85	4.29	16.24
13' x 54'	0.92	3.68	2.30	3298	50000	4288	65000	4947	75000	7.50	28.39	12.50	47.01	5.06	19.15
14' x 65'	1.07	5.10	3.00	3939	60000	5145	78000	5937	90000	15.00	57.91	15.00	56.78	5.89	22.25
16' x 65'	1.39	6.80	4.00	5937	90000	7718	117000	8905	135000	19.80	74.94	20.00	75.70	7.85	28.94
18' x 65'	1.77	8.30	5.00	7236	110000	9433	143000	10984	163000	24.90	94.25	25.00	94.60	9.72	36.79
21' x 62'	2.41	11.00	7.00	9235	140000	12005	182000	13852	210000	30.00	124.91	35.00	132.48	13.20	50.07
24' x 65'	3.14	13.40	10.00	13190	200000	17150	260000	19799	300000	40.20	152.18	50.00	189.25	17.28	65.40
30' x 72'	4.91	25.00	15.00	19799	300000	25728	390000	29680	450000	75.00	283.88	75.00	283.88	27.00	102.18
36' x 72'	7.07	35.20	20.00	26395	400000	34301	520000	39378	600000	105.90	400.83	100.00	378.50	38.89	147.18
42' x 72'	9.62	46.10	30.00	39378	600000	51451	780000	59367	900000	90.00	340.65	150.00	367.73	32.91	200.26
48' x 72'	12.57	61.90	40.00	52370	800000	69602	1040000	79196	1200000	120.00	454.20	200.00	357.00	69.14	261.68
60' x 60'	21.65	80.20	55.00	72359	1100000	94327	1430000	109839	1630000	165.00	624.53	275.00	1040.88	119.06	450.84
66' x 60'	23.78	118.80	80.00	103220	1600000	137200	2090000	158011	2400000	240.00	908.80	240.00	908.40	285.12	1079.18
72' x 60'	28.27	141.35	95.00	123305	1900000	162925	2470000	187995	2830000	285.00	1079.20	285.00	1078.73	309.24	1284.02
78' x 60'	33.18	165.90	110.00	143090	2200000	189650	2860000	217878	3300000	330.00	1249.80	330.00	1249.05	398.16	1507.04
84' x 60'	38.48	192.40	130.00	171470	2600000	222950	3380000	257256	3900000	390.00	1476.80	390.00	1476.15	461.76	1747.76
90' x 60'	44.18	220.90	150.00	197850	3000000	257250	3900000	296804	4500000	450.00	1704.00	450.00	1703.25	530.16	2006.88
96' x 60'	50.27	251.35	170.00	224200	3400000	291550	4420000	338412	5100000	510.00	1931.20	510.00	1930.35	603.24	2280.26
102' x 60'	56.75	283.75	190.00	250610	3800000	325850	4940000	379989	5700000	570.00	2158.40	570.00	2157.45	681.00	2577.58
108' x 60'	63.62	318.10	215.00	283985	4300000	368725	5590000	425462	6430000	643.00	2442.40	643.00	2441.30	763.44	2889.82
114' x 60'	70.98	354.40	240.00	316580	4800000	411890	6240000	474934	7200000	720.00	2726.40	720.00	2725.20	850.56	3219.37
120' x 60'	78.54	392.70	260.00	342940	5200000	445900	6780000	514512	7800000	780.00	2932.80	780.00	2932.30	942.48	3567.29
126' x 60'	86.39	432.95	300.00	393700	6000000	514590	7800000	593688	9000000	900.00	3408.00	900.00	3406.50	1039.08	3932.92
132' x 60'	95.00	475.15	315.00	415485	6500000	540225	8190000	623351	9430000	943.00	3578.40	943.00	3576.80	1140.36	4316.26
138' x 60'	103.87	519.35	350.00	461850	7000000	600250	9100000	692612	10300000	1030.00	3876.00	1030.00	3874.25	1246.44	4717.78
144' x 60'	113.10	565.50	380.00	501220	7800000	651700	9980000	751979	11400000	1140.00	4316.80	1140.00	4314.90	1357.20	5137.00

Nota: la columna "Económica" está basada en una regeneración con 6 lb de sal por pie cúbico de resina. La columna "Normal" está basada en una regeneración con 10 lb de sal por pie cúbico de resina. Y la columna "Máxima" está basada en una regeneración con 15 lb de sal por pie cúbico de resina.

LISTA DE VERIFICACIÓN: Espacio en piso (área de presión) disponible para el sistema.

Ancho: _____ Largo: _____ Alto: _____

Puerta: _____ Ancho de Escaleras: _____ Ancho Pasillo: _____

¿Hay obstrucciones para el equipo en la entrada? Sí No

¿Piso suficientemente fuerte para soportar el piso del equipo? Sí No

Tamaño del dren de piso (¿puede manejar el agua de retrolavado?) Sí No

¿Hay agua disponible para el retrolavado en esa ubicación? Sí No

FUGA CONTINUA DE DUREZA

en ppm como CaCO₃
DOSIFICACIÓN DE SAL EN GRAMOS/ LITRO (O LIBRAS POR O PIE³) DE RESINA SDT* 96 g/l o 6 lb/pie³ 160 g/l o 10 lb/pie³ 192 g/l o 12 lb/pie³

250 1.25 0.6 0.2

500 5 2.5 0.8

750 12 6 1.75

1000 20 10 3

1500 45 23 7

2000 - 40 13

2500 - - 20

3000 - - 30

*Sólidos Disueltos Totales en el Agua Cruda como CaCO₃

CAPACIDAD



Del Norte, SA de CV

	DEFINICIÓN DE TERMINO	TÉRMINOS GRANOS POR GALÓN	MILIGRAMOS POR LITRO	
	Suave	1.0 o menos	17.0 o menos	
	Ligeramente dura	1.0 a 3.5	17.1 a 60	
	Moderadamente dura	3.5 a 7.0	60 a 120	
	Dura	7.0 a 10.5	120 a 180	
	Muy dura	10.5 o más	180 o más	
CAPACIDAD DEL TANQUE DE SALMUERA E INFORMACIÓN DEL ÁREA DE SALMUERA				
	DIAM.DEL TANQUE (PULGS.)	AREA DEL TANQUE (PIES ²)	SALMUERA POR PULG.DE ALTURA (GALONES)*	SAL POR PULG. DE SOLUCIÓN DE SALMUERA SATURADA (LBS)
	18	1.76	1.10	2.86
	24	3.14	1.95	5.07
	30	4.90	3.04	7.90
	42	9.62	5.97	15.5
	48	12.57	7.8	20.2
	*galones sin sal en el tanque (sólo salmuera)			
NOTAS:	<p>1. La salmuera saturada es cuando la sal se disuelve en el agua a un 26% por peso.</p> <p>2. Un litro de salmuera al 26% tiene 0.31 kg (un galón tiene 2.6 lbs) de sal a 270C (800F).</p> <p>3. Un litro de solución de salmuera al 26% pesa 1.2 kg (un galón pesa 10 lb).</p> <p>4. Un metro cúbico de salmuera al 26% tiene 313 kg (un pie cúbico tiene 19.5 lbs) de sal.</p> <p>5. Un metro cúbico de solución de salmuera al 26% pesa 1205 kg (un pie cúbico pesa 75 lbs).</p> <p>6. El peso específico de la salmuera al 26% a 160C (600F) es de 1.2.</p> <p>7. La sal en grano grueso #2 es ±46% y los huecos son del 54% del espacio en un tanque de sal.</p>			
ÚTILES FACTORES DE CONVERSIÓN	<p>GPG (granos por galón) = PPM ÷ 17.1</p> <p>PPM (partes por millón) = MG/L (miligramos/litro)</p> <p>PSI = Elevación en Pies x .434</p> <p>es decir: un edif.de 5 pisos = 50' x .434</p> <p>= 22 PSI de pérdida en el 50. piso</p> <p>Pie Cuadrado de Area de Cama = D2 x .7850</p>			
PARA SELECCIONAR SUAVIZADORES ES RECOMENDABLE CONTAR CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:	<p>1) Dureza del agua en ppm o mg/l como CaCO₃ o en granos por galón</p> <p>2) Flujo de agua tratada en lps, lpm o gpm (si no se tiene el dato usar tablas de consumo de agua anteriores para estimar)</p> <p>3) Contenido de Hierro (Fe)</p> <p>4) Sólidos Disueltos Totales (SDT) en ppm o mg/l o granos/galón</p>			



**Biblioteca Calderas del Norte SA Steam
Boiler**
P.O. Box 66478
Mexico, Df
Tel: 01800-849-8459
Inspection and Insurance Co.
Nex: 0181-83218290
Internet: <http://www.calderasdelnorte.com>

	<ul style="list-style-type: none">5) Origen del agua (pozo, ciudad, río presa, etc.)6) Temperatura y pH del agua7) Tipo de sistema deseado por el cliente (duplex, simple, etc.)8) Diámetro de la tubería en mm o pulgadas9) Opciones de timer electromecánico de reloj o con medidor10) Rango de capacidad del medidor11) Tipo de flujo (continuo o con retrolavados)12) Horas de operación 13) Tipo de establecimiento donde se va a instalar
--	---