

Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE:

Promoción de la Mejora de la Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables en Pequeños y Medianos Establecimientos Lecheros.



CUADERNO 2

- Opciones para calentamiento de agua
- Aguas duras

¿Cómo hago para beneficiarme del proyecto?

A través de zonales.

SMS al 1936
texto: Energía Matrícula
(con espacio entre ambos)

Tel. 2924 71 71
int 2208

Solicitud
via Web

¡Mejorar la Eficiencia Energética del establecimiento aumenta su rentabilidad!

Edición

Unidad Ejecutora

- * Ing. Agr. Gabriel Oleggini, MSc. Jefe de Proyecto
- * Bach. Ing. Federico Arismendi, Asistente de Proyecto
- * Dr. Ing. Pablo Darscht, Coordinador de Proyecto

Se agradece la revisión y colaboración técnica de Eficener - UTE

Diseño: El Paso Comunicación+Resultados

Octubre 2015



-  @EnergiaTambos
-  /EficienciaEnergeticaTambos
-  /energiatambos

www.energia.eleche.com.uy



EN COORDINACIÓN CON:



Temario Cuaderno 2

- Opciones para Calentamiento de Agua
 - Termotanque
 - Recuperador de Calor
 - Colectores Solares
 - Bomba de Calor
- Aguas Duras

PROYECTO BID-FOMIN ATN/ME-13114-UR:

Promoción de la Mejora de la Eficiencia Energética y Uso de Energías Renovables en Pequeños y Medianos Establecimientos Lecheros

El objetivo del proyecto es contribuir a incrementar la competitividad del sector lechero uruguayo, a través de facilitar el acceso a los productores rurales a energías limpias y eficientes.

El proyecto es ejecutado y cofinanciado por CONAPROLE y una donación del Fondo Multilateral de Inversiones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID-FOMIN). Comenzó a ejecutarse en 2012 y se extenderá hasta el 2016.

Opciones para el calentamiento de agua

La cantidad diaria de agua caliente (70°C) requerida en un tambo para el lavado de la máquina de ordeño y equipos de enfriado se estima en 5 a 8 litros por órgano y el 2% de la capacidad del tanque de frío.

En consecuencia, un tambo que cuente con 6 órganos y un tanque de frío de 3000 lt debería disponer de 30-50 lts de agua caliente para

lavar la máquina luego de cada ordeño más unos 60 lts para lavar el tanque luego de que el camión recolector retira la leche.

En ese escenario, la energía eléctrica utilizada para calentar agua puede representar en promedio el 16% del consumo total del tambo. Sin embargo, recurriendo a otras fuentes de energía puede disminuirse sustancialmente el costo del agua caliente.

Comprar energía

Ya sea como única estrategia, o como respaldo de otras formas de calentamiento de agua, siempre se dispone de calefones eléctricos o calderetas de supergás (Gas Licuado de Petróleo, GLP). En todos los casos, debe verificarse que el agua para lavar el equipamiento alcanza los 70°C.

La energía eléctrica utilizada para calentar agua puede representar en promedio el 16% del consumo total del tambo.

Energía		CALENTADOR ELÉCTRICO DE ACUMULACIÓN
Fabricante Marca		
Modelo Capacidad nominal (litros) Presión nominal (MPa)		
Más eficiente	A B C D E	A
Menos eficiente		
CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (kWh) Corresponde a un vaciado y a un llenado diarios		
POTENCIA NOMINAL (kW)		
TIEMPO DE CALENTAMIENTO (h)		
Norma UNIT 1157		
<small>IMPORTANTE</small> EL CONSUMO REAL VARÍA DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE USO DEL APARATO Y SU LOCALIZACIÓN. LA ETIQUETA SÓLO PUEDE SER RETIRADA POR EL USUARIO.		CERTIFICADO Uirnsieia de eficiencia energética y agua 

Dado que lo más extendido son los calefones eléctricos, vale la pena destacar que los mismos obligatoriamente tienen una Etiqueta de Eficiencia Energética que muestra los resultados de ensayos independientes del consumo de energía.

Principales usos del agua caliente en el tambo



Base de cálculo 200 lts diarios	Comparando costo de calentar 200 lts de agua por día con energía eléctrica y con GLP			
		Tarifa general sin multihorario	 16% Punta 25% Valle 59% Llano	 7 % punta 43 % Valle 50 % Llano
Costo calefón eléctrico (mensual \$)	400 KWh Efic. 95%	2.030	1.630	1.300
Costo calentador instantáneo (mensual \$)	540 KWh Efic. 70%	1.370	1.370	1.370
Menor costo mensual		Supergás 33%	Supergás 16%	Electricidad 5%

En general, el costo adicional de comprar un calefón más eficiente se recupera rápidamente por su menor consumo de energía eléctrica.

Los calefones más eficientes, conservan mejor la temperatura del agua, y por tanto, consumen menos energía para mantener el mismo volumen de agua caliente.

La Etiqueta expresa la eficiencia con una letra, siendo los "A" los más eficientes y los "G" los más ineficientes.

Complementariamente, incorporando un temporizador (costo no superior a \$350), que evite que el calefón encienda en horario de punta o momentos donde no es necesario. De esta forma puede disminuirse sensiblemente el costo

del agua caliente.

El costo actual del supergas es de \$35 por kg al 22/07/2015 y puede ser distribuido por garrafas de 13 y 45 kg, existe la posibilidad si es necesario, de instalar un depósito fijo de 190 kg.

Una comparación realizada por el proyecto mostró que, sobre una base de cálculo de 200 lts de agua caliente diarios, muestra que el GLP es conveniente cuando se utiliza tarifa eléctrica simple o cuando no se puede evitar calentar el agua en horario de "electricidad cara".

No debe perderse de vista, en el caso de tarifa multihorario, que generalmente el calentamiento de agua puede diferirse hasta el horario de valle (mediante un temporizador).



El timer permite programar cuando se prende / apaga el termotanque, optimizando así el consumo de energía eléctrica.

Cuadro comparativo de alternativas para obtener agua caliente				
	Calefones Eléctricos	Supergás	Recuperadores de Calor	Colectores Solares
✓ VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> No depende del clima. Bajo costo del equipo. Fácil implementación. Fácilmente se logra que opere sólo en horarios de bajo costo de la energía eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> No depende del clima. Bajo costo del equipo. Menor costo operativo en el caso de no disponer de tarifa multihorario. 	<ul style="list-style-type: none"> Pre calentamiento muy rápido sin costo operativo. No depende del clima. Agua caliente disponible poco después del comienzo del ordeño y en todas las estaciones. Alargan la vida útil de los compresores. 	<ul style="list-style-type: none"> Agua caliente sin costo operativo.
✗ DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo eléctrico. Baja capacidad de almacenamiento. Alta vulnerabilidad contra las aguas duras. 	<ul style="list-style-type: none"> Proveedor adicional, logística. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede requerir mantenimiento por agua dura. Inversión adicional, ligada al tanque de frío. 	<ul style="list-style-type: none"> Depende del clima y la estación. Inversión adicional.

Recuperador de calor

La idea básica es utilizar parte de la energía que se extrae de la leche al enfriarla para calentar agua.

Los recuperadores de calor (que se venden como equipo opcional complementario al tanque de frío) son equipos en los que el gas refrigerante que viene a alta temperatura cuando sale del compresor intercambia calor con agua fría, elevando su temperatura a 55°C aproximadamente.

Generalmente, los equipos disponen de una resistencia eléctrica que accionan para elevar la temperatura

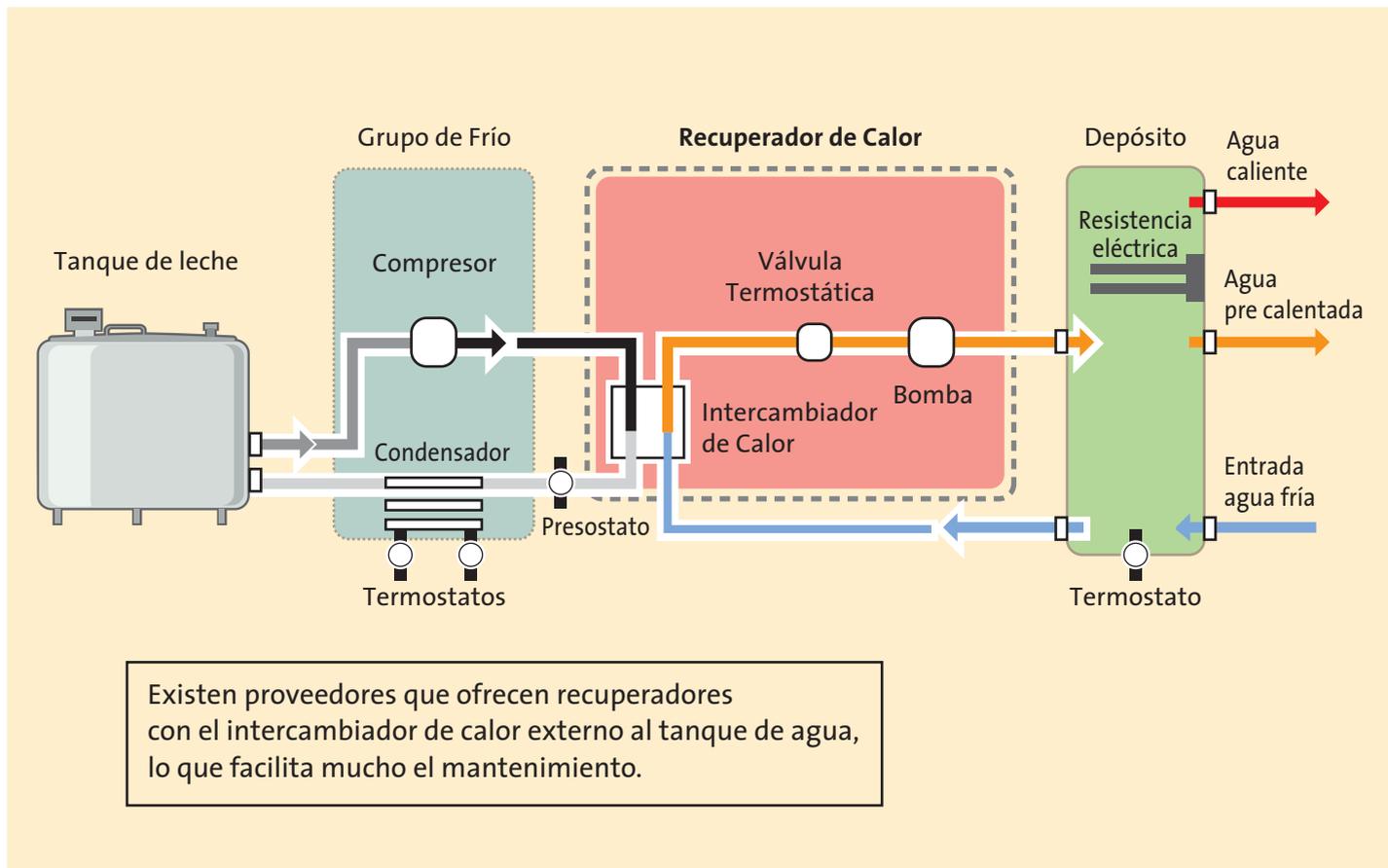
hasta 70°C.

En su defecto, se conectan termotanques eléctricos o a gas a la salida del recuperador, para alcanzar la temperatura deseada del agua previamente pre-calentada.

Este equipo permite disponer de agua caliente a la hora de realizar el lavado de la máquina de ordeño y el tanque.

Como en todos los dispositivos por los que circula agua caliente, hay que considerar el efecto de las aguas duras.

El ahorro energético con un recuperador es del 80%, porque se consume menos energía eléctrica para calentar agua y menos energía eléctrica para enfriar el gas del equipo de frío.



Colector solar

Los colectores solares ofrecen agua caliente de forma limpia y renovable. Estos equipos requieren bajo mantenimiento y una inversión moderada.

Puede resultar una buena solución (complementaria al respaldo eléctrico) para establecimientos que no cuentan con recuperador de calor en el tanque de frío.

Los equipos pueden instalarse a nivel de suelo o en el techo del establecimiento (1).

Debido a que casi siempre el agua es dura, es recomendable optar por colectores solares en los que el agua no circule directamente por todo el colector, es decir, colectores que contengan un sistema de calentamiento indirecto.

Estos son fácilmente identificables porque están conformados por una serie de tubos paralelos, a diferencia de los colectores solares de cubierta, que están constituidos por una placa de vidrio plana.

El principio básico del “heat pipe” es que el sol calienta un gas que circula por los tubos que conforman el colector, y este gas a su vez calienta el agua.

Otra característica a definir es la ubicación del tanque de almacena-



Recuperador de Calor

miento de agua, que puede formar parte del equipo colector, o puede ser independiente.

Un factor determinante para optar por uno u otro sistema es el peso adicional que implica el acumulador integrado (caso de instalar el colector sobre un techo liviano, por ejemplo).

Calculadoras

En el sitio web del programa Tambo y Energía están disponibles varias calculadoras energéticas que permiten realizar una buena estimación de los ahorros (en energía y en dinero) que se obtienen al incorporar un intercambiador de calor.

www.energia.eleche.com.uy



Es importante tener en cuenta que el sistema debe estar restringido para proteger a las personas de los dispositivos que expulsan fluido.

Bomba de calor

Recientemente han comenzado a utilizarse Bombas de Calor para calentar agua en distintos ámbitos, incluyendo tambos.

Las mismas funcionan aplicando el mismo principio que los equipos de frío, "pero al revés": se basan en que un gas refrigerante absorbe calor del ambiente y luego lo transfiere a un acumulador de agua.

Las bombas de calor son muy eficientes desde el punto de vista energético, alcanzando coeficientes de performance (COP) del orden de 4 y más, es decir que por cada kWh

eléctrico que consumen aportan al agua 4 kWh de calor. Los equipos disponibles en el mercado están dimensionados para producir volúmenes importantes de agua caliente, siendo una alternativa interesante para tambos grandes. Estos equipos pueden alcanzar fácilmente los 500 lts de agua caliente por día, a una temperatura promedio de 50 °C.

También existen bombas de calor con resistencias eléctricas incluidas para elevar la temperatura del agua por encima de los 50 °C.



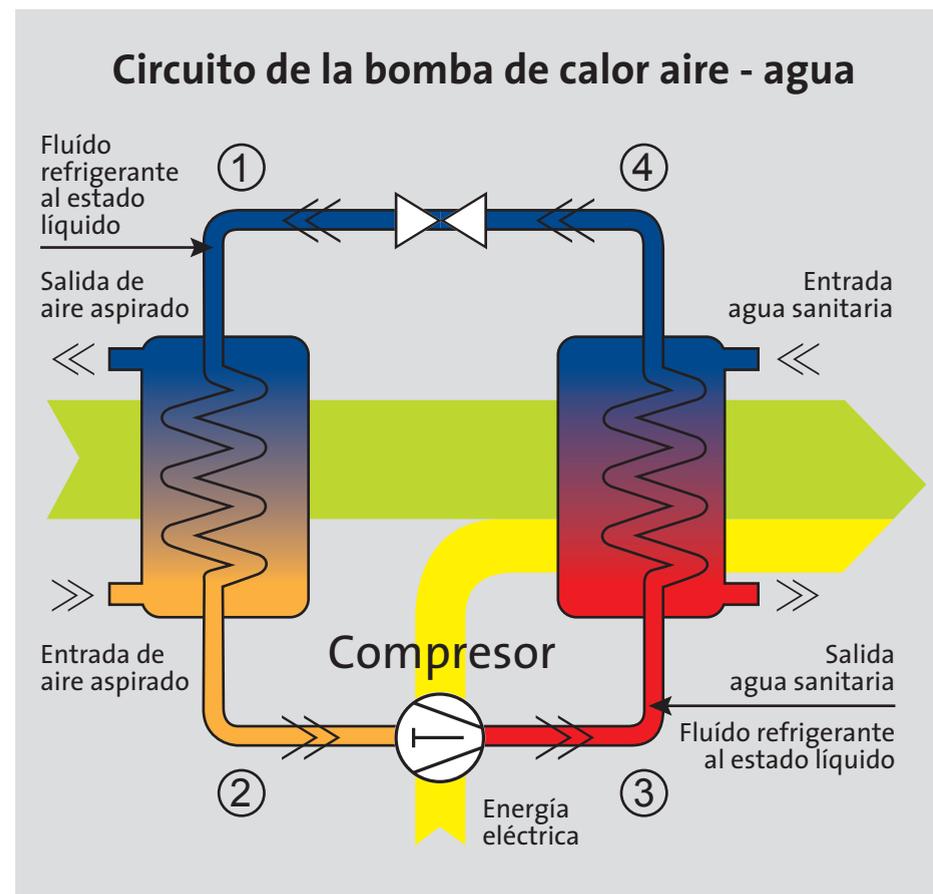
Bomba de calor

Según los fabricantes con las bombas de calor se puede ahorrar hasta un 70% de la energía que se utilizaría para calentar la misma cantidad de agua mediante calefones eléctricos.

El costo del equipo es comparable con los costos de un tanque recuperador de calor, aunque este equipo es capaz de calentar volúmenes de agua mayores en un mismo periodo de tiempo.

En la figura se puede ver cómo es el circuito de funcionamiento de la bomba de calor.

El gas a baja temperatura y en estado líquido, pasa por el evaporador donde absorbe calor del aire exterior, luego ingresa al compresor que eleva su temperatura para finalmente, en estado gaseoso, entregar el calor absorbido al agua dentro del acumulador, que en este caso, oficia de condensador.



El problema de las aguas duras

El agua calcárea es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Esta agua tiende a formar incrustaciones minerales en las paredes de las tuberías. En algunos casos bloquean casi la totalidad de la sección del tubo.

Las sales se adhieren con más frecuencia a las tuberías de agua caliente, también a las superficies de los equipos que trabajen o produzcan agua caliente.

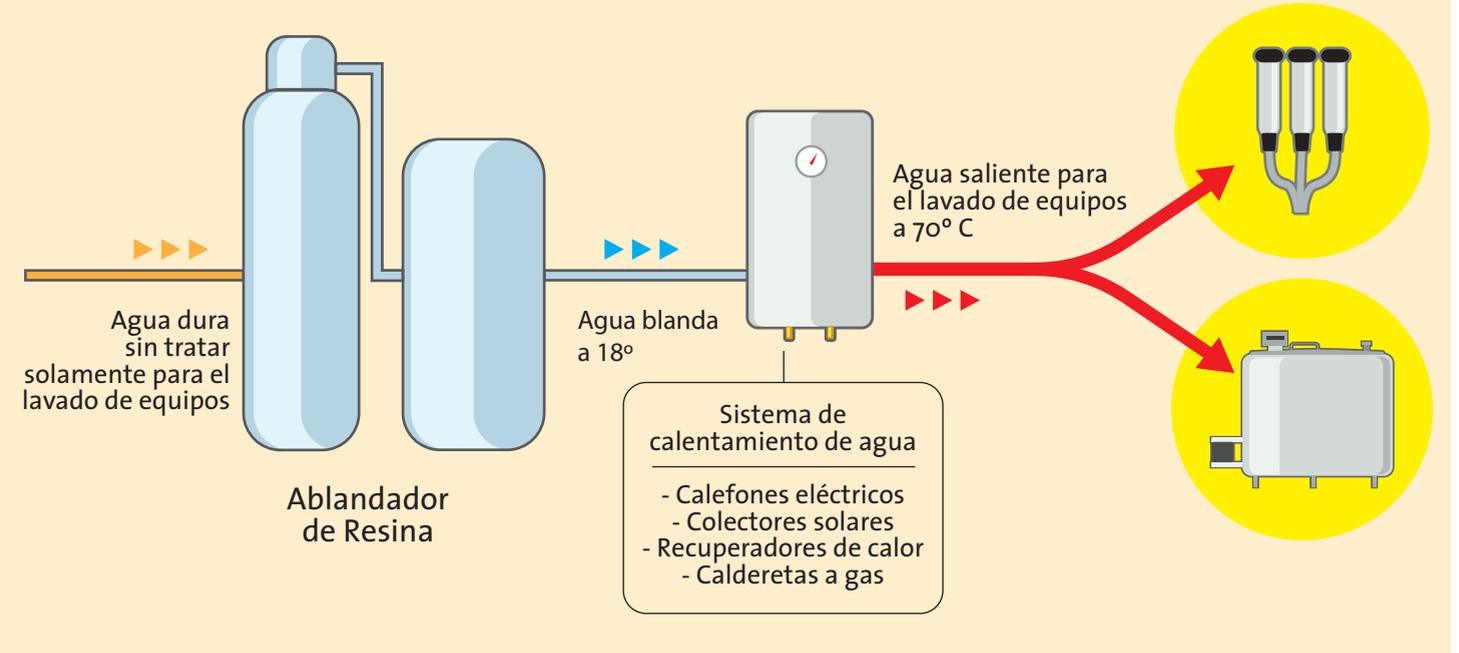
Las incrustaciones disminuyen la eficiencia en el intercambio de calor, por lo que (además de sobrecostos) generan sobrecalentamiento del elemento activo (por ejemplo la resistencia) y eventuales roturas del mismo.



TIPO DE AGUA	PPM (CaCO ₃)
Muy blanda	0 - 30
Blanda	31 - 100
Ligeramente dura	101 - 250
Dura	250 - 300
Muy dura	Más de 300

*A continuación se muestra un esquema de conexión típico. Cabe señalar que solo se utiliza el ablandador para tratar el agua utilizada por los sistemas de calentamiento.

*Conexión de un Ablandador de Resina



Cómo funcionan los ablandadores de agua

Para disponer de agua potable y de poca o nula dureza es pertinente considerar la combinación clorador-ablandador.

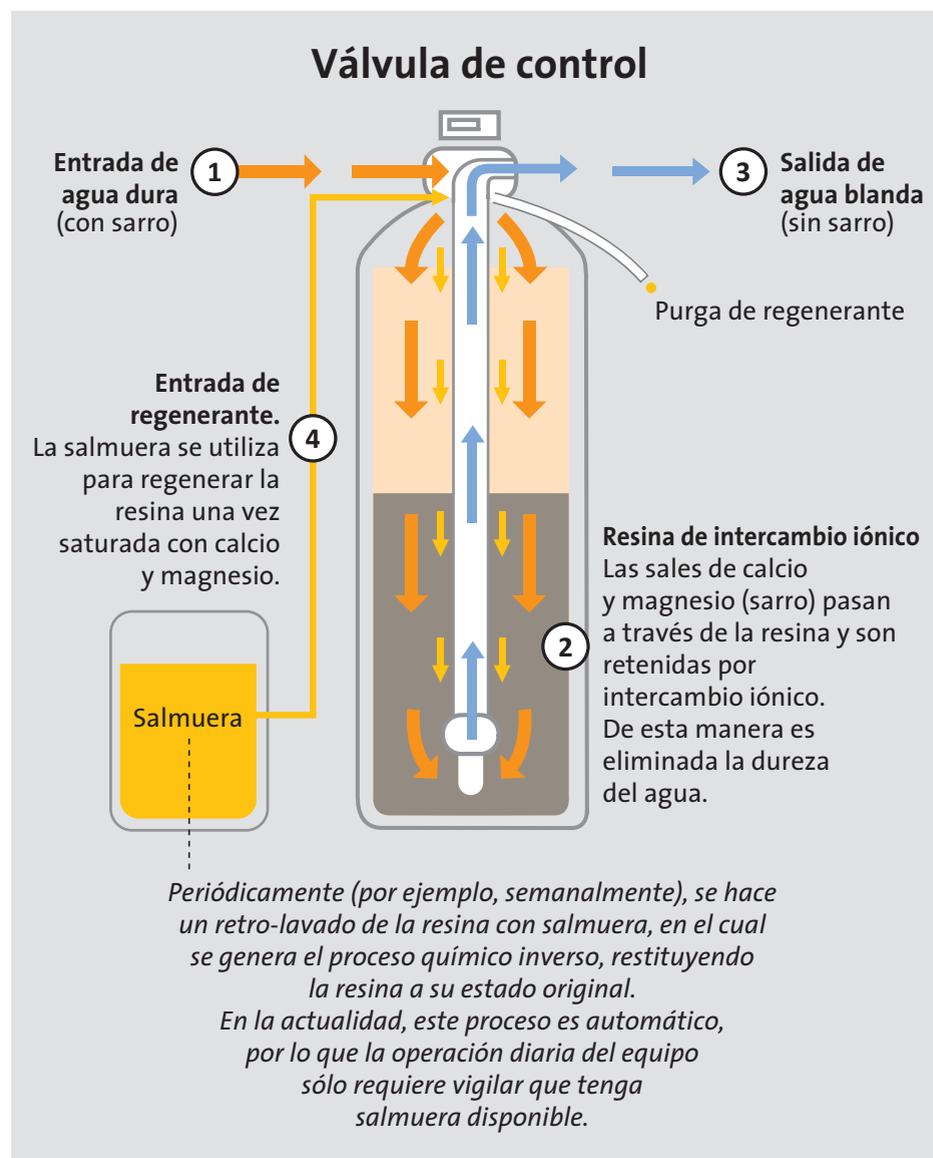
Aquí nos referiremos al segundo equipo, por estar menos difundido y por el impacto que tiene el agua dura en la eficiencia energética.

Si bien existen diferentes tecnologías que prometen “ablandar el agua”, los equipos más usuales son los que funcionan por intercambio iónico.

Su principio de funcionamiento es relativamente simple: se sustituyen los iones de calcio y magnesio del agua dura por iones mucho más benignos, en general de sodio, eliminando completamente su dureza.

Los costos accesibles de los equipos automáticos actuales (U\$S 1.500 aprox.) los hacen una opción interesante para prevenir incrustaciones en grifería, cañerías, termotanques y demás equipos en contacto con el agua (sobre todo, caliente), protegiéndolos y prolongando su vida útil.

Ensayos realizados por el Programa permitieron comprobar el buen funcionamiento de estos equipos, logrando bajar una dureza total cercana a los 300mg/lit a menos de 17mg/lit durante todo el periodo de prueba.



También se destacan beneficios como:

- ☑ Disminución de uso de detergente
- ☑ Mayor vida útil de los calefones
- ☑ Mejor conservación de cañerías
- ☑ Mayor vida útil de pezoneras
- ☑ Mayor vida útil de gomas de leche



Guía rápida para la detección de ineficiencias en el tambo

A continuación se presenta una serie de pautas que lo ayudarán a detectar posibles puntos de mejora de la eficiencia energética en el tambo y/o reducir el gasto \$ en energía eléctrica.

Para cada ítem marque con una cruz en la celda que corresponda (SI o NO).
Al final del chequeo deberá repasar todos aquellos marcados X en NO, para detectar las mejoras a implementar.

AGUA	SI	NO
1 Si utiliza un calefón eléctrico para calentar el agua, ¿utiliza un timer para optimizar sus períodos de funcionamiento?		
2 Si tiene agua dura, ¿Dispone de un ablandador?		
3 ¿Realiza una limpieza periódica de calentadores de agua para retirar sedimentos e incrustaciones?		
4 ¿Averiguó si existen intercambiadores para el modelo de tanque de frío que tiene su establecimiento?		
5 ¿Accedió a la calculadora energética disponible en http://energia.eleche.com.uy para calcular qué ahorro le significaría incorporar un recuperador de calor?		
6 Si su tanque no admite intercambiador, ¿ha considerado incorporar un colector solar?		
7 Si su establecimiento tiene requerimiento de agua caliente importantes, ¿consideró la opción de incorporar una bomba de calor?		

REFERENCIAS

(1) Reglamento de baja tensión, UTE Última revisión 2011 http://www.ute.com.uy/pags/Servicios_Cliente/tyf_reglamentobt.html