

Dureza y ablandamiento del agua

Dureza del agua

<http://www.textoscientificos.com/quimica/dureza-ablandamiento-agua>

La dureza del agua se reconoció originalmente por la capacidad que tiene el agua para precipitar el jabón, esto es, las aguas requieren de grandes cantidades de jabón para producir espuma. Otra característica de suma importancia en la industria, reconocida posteriormente, es la producción de incrustaciones en los tubos de agua caliente, calentadores, boilers y algunas otras unidades en las que la temperatura del agua es alta.

La capacidad de consumo de jabón es de importancia desde el punto de vista económico y por la dificultad de obtener condiciones apropiadas para una limpieza óptima. Sin embargo, con los detergentes sintéticos este problema ha disminuido, por lo que, la demanda del público de aguas suavizadas en las plantas de tratamiento municipal también ha disminuido y la tendencia es hacia instalaciones de ablandamiento privadas e industriales excepto en aquellos lugares en los que la dureza es sumamente alta.

El problema de las incrustaciones no ha disminuido y es de consideración muy importante, principalmente en la industria, porque las incrustaciones pueden obstruir las tuberías a tal grado que se produzcan explosiones o que se inutilicen las unidades de los procesos industriales, resultando más económico darle a las aguas un tratamiento de ablandamiento, que sustituir tuberías, equipo, etc.

La dureza en el agua es causada principalmente por la presencia de iones de calcio y magnesio. Algunos otros cationes divalentes también contribuyen a la dureza como son, estroncio, hierro y manganeso, pero en menor grado ya que generalmente están contenidos en pequeñas cantidades.

La dureza la adquiere el agua a su paso a través de las formaciones de roca que contienen los elementos que la producen. El poder solvente lo adquiere el agua, debido a las condiciones ácidas que se desarrollan a su paso por la capa de suelo, donde la acción de las bacterias genera CO_2 , el cual existe en equilibrio con el ácido carbónico. En estas condiciones de pH bajo el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita (CaCO_3), entrando los compuestos en solución.

Según el grado de dureza las aguas se clasifican de la siguiente forma:

0 – 75 mg/l CaCO_3	agua blanda
75 – 150 mg/l CaCO_3	agua semi-dura
150 – 300 mg/l CaCO_3	agua dura
más de 300 mg/l CaCO_3	agua muy dura

Cuando la dureza es numéricamente mayor que la suma de las alcalinidades de carbonatos y bicarbonatos, la cantidad de dureza que es su equivalente a esta suma se le

llama dureza carbonatada, también llamada temporal, ya que al elevarse la temperatura del agua hasta el punto de ebullición, el calcio y el magnesio se precipitan en forma de carbonato de calcio e hidróxido de magnesio respectivamente.

La cantidad de dureza en exceso de la carbonatada se le llama dureza de no carbonatos y se distingue como permanente, es decir, no puede eliminarse por agitación térmica, sino que son necesarios procesos químicos para eliminarla del agua. Entre estos procesos se pueden mencionar el ablandamiento con cal, cal-soda e intercambiadores iónicos como ciertas resinas.

Las aguas duras no causan problemas al cuerpo humano y son tan satisfactorias como las aguas blandas sin embargo, la aceptación del público es variable de un lugar a otro, y su sensibilidad depende del grado de dureza al que las personas estén acostumbradas. Muchos consumidores ponen objeción cuando la dureza del agua excede de 150 mg/l CaCO_3 .

Ablandamiento del agua

Método de cal – soda

El proceso de ablandamiento con cal – soda ($\text{Ca(OH)}_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3$) precipita la dureza del agua. En este proceso se llevan a cabo las siguientes reacciones, las cuales se deben de tener en consideración para estimar las cantidades de cal y soda necesarias para el ablandamiento.

1. $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Ca (HCO}_3)_2 + \text{Ca (OH)}_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Mg (HCO}_3)_2 + \text{Ca (OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{MgCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCO}_3$
5. $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{MgSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Mg (OH)}_2 + \text{CaSO}_4$
7. $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Método de intercambio iónico

Este método es una aplicación de un viejo proceso que desde hace años se ha usado para suavizar el agua doméstica. El sistema funciona mediante el intercambio de iones de una solución con los iones de carga similar de una resina. Cuando se utiliza el intercambio iónico para recuperar plata el complejo de tiosulfato de plata, de carga negativa, que se encuentra en el agua de lavado o en una mezcla de aguas de lavado residuales, se intercambia con el anión de la resina. A esto se le llama paso de agotamiento, y se realiza haciendo fluir la solución a través de una columna que contiene la resina.

Se utilizan tres sistemas comunes de intercambio iónico : el intercambio iónico convencional, la precipitación in situ y el circuito electrolítico de intercambio iónico (combinación de los dos primeros métodos).

Intercambio iónico convencional

La unidad de intercambio iónico colecta la plata del blanqueador-fijador. Después se relava con tiosulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3]$ y, luego se desplata electrolíticamente. El efluente que sale de la unidad de desplatación se usa entonces para la siguiente etapa de relavado.

Intercambio iónico con precipitación in situ

Se utiliza ácido sulfúrico diluido para que la plata se precipite en los trozos de resina como sulfuro de plata, en vez de extraerla con un regenerador. La resina puede usarse en muchos ciclos sin que pierda su capacidad de recuperar plata. Cuando finalmente la pierde (al cabo de seis meses a un año), o cuando la plata es insuficiente para que la recuperación sea costeable, la resina se envía a un refinador de plata, que la incinera para extraer el metal.

Sistema electrolítico e intercambio iónico combinados

Este método usa un sistema electrolítico para la recuperación primaria, y un sistema de intercambio iónico con precipitación in situ para desplatar aún más el efluente.