

# Ablandamiento del agua de la piscina mediante calcio Precipitación y eliminación de carbonatos

Que Hales, Doug Latta y Kim Skinner en Balance

---

El agua de la piscina se ablandó haciendo reaccionar el bicarbonato de calcio disuelto (dureza de calcio) en el agua de la piscina con carbonato de sodio añadido (carbonato de sodio). Esto formó un precipitado filtrable de carbonato de calcio. El proceso tuvo poco efecto sobre otros sólidos disueltos, pero sí una marcada reducción de la dureza de calcio.

---

Las normas de química del agua de las piscinas suelen exigir un nivel máximo de dureza de calcio de 1000 ppm. Esto tiene como objetivo principal facilitar el equilibrio del índice de saturación del agua de la piscina. Una vez que la dureza del calcio supera las 1000 ppm, a menos que se vacíe la piscina, el pH o la alcalinidad deben reducirse generalmente hasta el límite inferior de los rangos aceptables para compensar.

A menudo se prefiere vaciar una piscina y reemplazar parte o toda el agua con agua fresca del grifo para reducir los niveles de calcio, ya que también reduce otros componentes indeseables del agua, incluidos los sólidos disueltos totales, el ácido cianúrico, las sales acumuladas, los subproductos de la desinfección, etc.

Lamentablemente, hay ocasiones en las que vaciar una piscina puede resultar poco práctico. Las razones para no vaciar una piscina pueden incluir el costo, la debilidad

(yeso deslaminado o con fallas en la unión), altas temperaturas ambientales combinadas con baja humedad, restricciones por sequía, niveles freáticos altos o incluso propietarios de piscinas con una mentalidad particularmente conservacionista. En estas circunstancias, puede ser conveniente una alternativa al reemplazo de agua.

## Precipitación accidental

El carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o carbonato de sodio) se añade a menudo al agua de las piscinas para aumentar el pH y la alcalinidad. En circunstancias normales, el producto debe añadirse de forma que el polvo se distribuya de forma uniforme por toda la superficie del agua de la piscina. Este método favorece la velocidad de mezcla del producto (y sus efectos) en todo el recipiente de la forma más expedita posible. Incluso si se añade con cuidado, puede formarse un precipitado que enturbie momentáneamente el agua. El enturbiamiento visible no se debe al carbonato de sodio que aún no se ha disuelto, sino más bien a una precipitación de carbonato de calcio. Esto es el resultado de un aumento localizado y temporal del pH del agua, al menos hasta alrededor de 10, lo que hace que una zona relativamente pequeña del agua de la piscina alcance niveles de índice de saturación de Langelier (LSI) extremadamente sobresaturados. La turbidez desaparece a medida que el precipitado inestable se disuelve nuevamente en el agua de la piscina y los productos de alto pH se mezclan en todo el recipiente, lo que reduce el pH en el área inicialmente afectada y aumenta el pH de toda la piscina desde el punto de partida hasta el nivel objetivo general.

Si se agrega incorrectamente (en una pequeña área localizada de agua en lugar de esparcirlo por toda la superficie para una mezcla adecuada), la cantidad correcta de carbonato de sodio para elevar, por ejemplo, 20.000 galones de un pH de 7,4 a 7,6 puede ser capaz de aumentar significativamente el pH de quizás un metro cúbico de agua. A un pH de 11,5, que está en el rango de pH de una solución saturada de carbonato de sodio, aproximadamente el 85% del material de especies de carbonato en el agua será carbonato en lugar de la forma de bicarbonato predominante en los rangos de pH normales del agua de piscina (ver Figura 1). Cuando esto sucede, la nube de precipitado de carbonato de calcio tarda mucho más en disiparse y, a veces, se alcanza un umbral en el que realmente se promueve la formación de un precipitado estable. (Para una discusión de este tema, vea Wojtowicz 2001 p. 45)

Cuando esto sucede, el agua de la piscina se vuelve blanca. El precipitado debe filtrarse o disolverse nuevamente mediante una reducción significativa del pH con ácido.

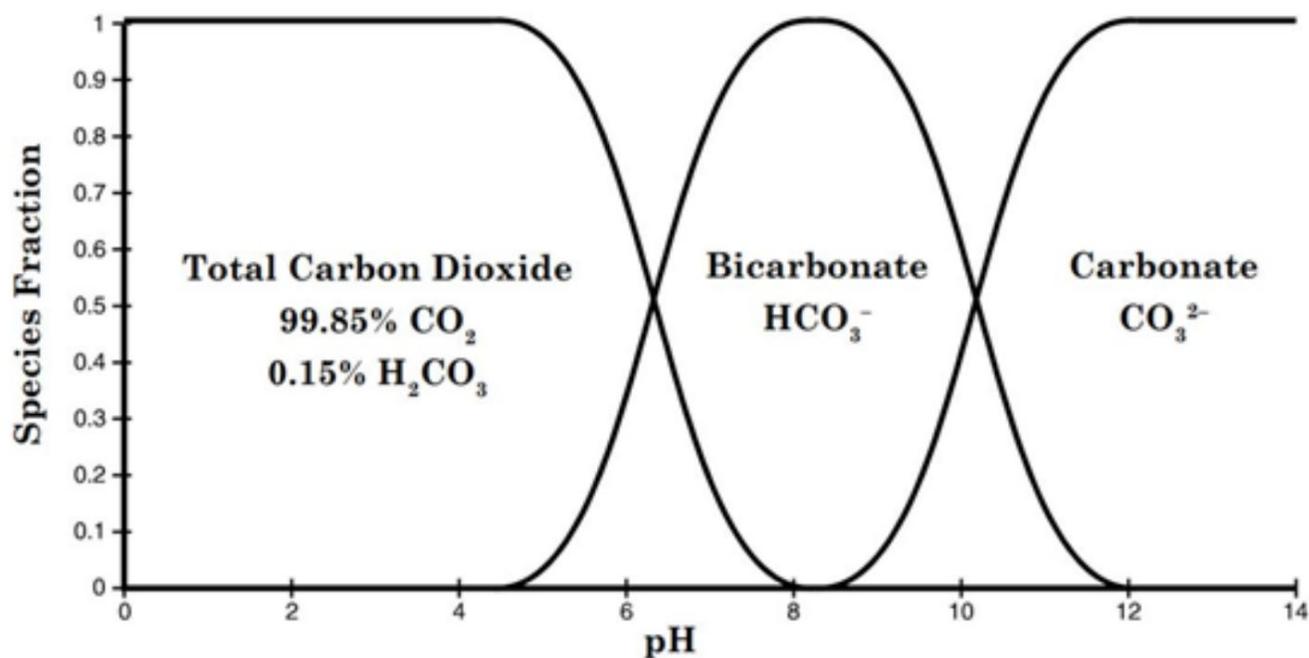
## Precipitación intencional

Un método para ablandar el agua en las plantas de tratamiento de agua es el de "ablandamiento con cal", en el que se elimina el calcio mediante este proceso de precipitación/filtración (véase, por ejemplo, Ablandamiento con cal). En las piscinas, el agua también se puede ablandar (es decir, eliminar los iones de calcio) mediante precipitación (esencialmente, un proceso de intercambio de iones de sodio/calcio) y filtración.

La ecuación 1 muestra la reacción del carbonato de sodio (agregado como polvo) y el bicarbonato de calcio disuelto (dureza en el agua de la piscina), formando un precipitado filtrable de carbonato de calcio con un residuo de bicarbonato de sodio soluble (alcalinidad sin dureza).



Este proceso también se puede llevar a cabo utilizando hidróxido de sodio (NaOH o soda cáustica). La ecuación 2 muestra el mismo proceso utilizando hidróxido de sodio, que también forma un



**Figure 1 – Distribution of Total Carbon Dioxide, Bicarbonate, and Carbonate vs. pH**

Precipitado filtrable de carbonato de calcio, junto con agua y alcalinidad de bicarbonato de sodio.



El hidróxido de sodio (sosa cáustica) generalmente no se prefiere en la industria de tratamiento de agua de piscinas porque debe manipularse bajo precauciones de materiales peligrosos, está menos disponible para el técnico de servicio de piscinas y es más peligroso de usar.

#### Dosis La

cantidad potencial de precipitado filtrable que podría generarse se puede estimar teniendo en cuenta lo siguiente: el peso molecular del carbonato de sodio es 105,98 y el peso molecular del carbonato de calcio es 100,08. Por lo tanto, una libra de carbonato de sodio agregado que reacciona con bicarbonato de calcio en el agua de la piscina puede producir potencialmente 0,944 libras de precipitado de carbonato de calcio.

O bien, 1,06 libras de carbonato de sodio reaccionando con bicarbonato de calcio pueden producir hasta 1,0 libras de carbonato de calcio. Una libra de precipitado de carbonato de calcio se traduce en aproximadamente 12 ppm de reducción de dureza del calcio en 10.000 galones de agua.

## Variables

Es importante tener en cuenta que existen varias variables que determinan la cantidad de precipitado de carbonato de calcio que se formará y filtrará cuando se utilice este proceso en una piscina. Estas variables incluyen el método de adición (localizar y aumentar el pH tanto como sea posible), los tampones existentes en el agua de la piscina, la temperatura del agua, la velocidad y la eficiencia del proceso de filtración (inhibir la redisolución de cualquier precipitado), etc.

## Un ejemplo de campo

Se trató una piscina con la técnica de precipitación de dureza de calcio y carbonato de sodio. El agua tenía un nivel inicial de dureza de calcio de aproximadamente 1200 ppm y el propietario de la piscina no quería vaciarla debido al costo de reemplazar el agua y al clima (temperatura muy alta).

El agua fue probada previamente y las lecturas iniciales se detallan en la columna "Antes" de la tabla adjunta.

Se dosificó la piscina dos veces, la primera vez con 20 libras de carbonato de sodio y luego una dosis de seguimiento unos días después (cuando la piscina se limpió) de 50 libras.

	Before	After 20 Pounds Soda Ash	After 50 More Pounds Soda Ash
pH	8.2	7.8	7.5
Total Alkalinity	180	154	158
Calcium Hardness	1196	972	598

a. El pH se determinó utilizando un medidor de pH Kruger y Eckels Modelo 100 calibrado utilizando un rango amplio Electrodo combinado con referencia de plata/cloruro de plata. La precisión del instrumento es de 0,1 unidades de pH.

b. La alcalinidad total se determinó utilizando una titulación de bureta con HCl 0,02 N hasta un punto final de pH de 4,6 y una temperatura de 20 °C, con una precisión de 2 ppm [Métodos estándar 2320 - Alcalinidad].

c. El método utilizado para determinar la dureza del calcio fue una titulación con bureta de EDTA 0,1 molar utilizando mu-rexido como indicador y una solución de NaOH para la precipitación del magnesio. La precisión es de 2 ppm [Métodos estándar 3500-Ca – Calcio]. 16



Ilustración 1 –  
Configuración del  
Filtrar en un nivel duro  
Piscina de agua



Ilustración 2 –  
Añadiendo la soda  
Ceniza en un local  
Área para crear la nube



Ilustración 3 –  
“Ordeñando” la piscina  
para que precipite el  
calcio



### Ilustración

4 – Cepillado de la piscina y Limpieza del Filtrar cada día



### Ilustración

5 – Se eliminan los residuos del fondo  
Añadiendo un Lado de succión  
Más limpio para el Filtrar

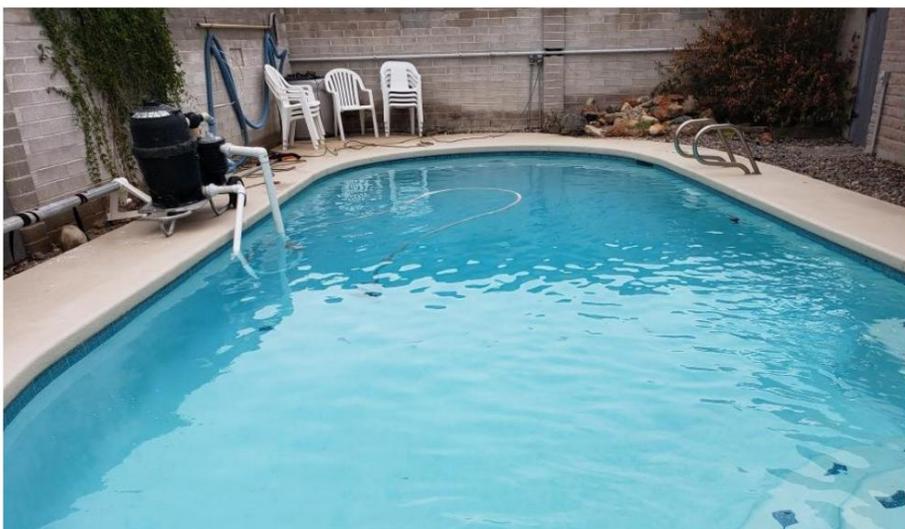


Ilustración 6 –  
Resultado, un claro Piscina con la mitad de dureza

## Lecturas de seguimiento

Los resultados después de las adiciones de 20 y 50 libras se muestran en la Tabla. El resultado no fue solo una disminución de la dureza del calcio de casi 600 ppm a partir de las 70 libras de carbonato de sodio agregadas, sino también una disminución de la alcalinidad de aproximadamente 20 ppm y una disminución del pH de 0,7 unidades de pH. El LSI pasó de aproximadamente +1,4 a +0,4.

La ligera disminución del pH y de la acidez atómica por la adición de carbonato de sodio y la precipitación del carbonato de calcio fue uno de los aspectos interesantes del proceso. Se puede intuir un gran aumento de la alcalinidad y del pH al añadir una dosis tan grande de carbonato de sodio, pero en cambio la consiguiente pérdida de carbonato de calcio compensó ese efecto.

El filtro disponible para la eliminación de precipitados era una unidad Sta-rite System 3 con un cartucho de DE. No se agregó DE y el filtro se abrió y limpió una vez al día durante tres días, lo que permitió eliminar aproximadamente 70 libras de carbonato de calcio precipitado. Se conectó un limpiador de succión al filtro para eliminar el precipitado que se había depositado en el fondo de la piscina.

El precipitado no permaneció en la piscina el tiempo suficiente como para adherirse a las superficies interiores. Una precaución que se debe tener en cuenta al intentar esta técnica es que el proceso podría precipitar metales pesados como el cobre o el hierro si están presentes en concentraciones significativas.

## Referencias

Ablandamiento con cal. Hoja informativa del Centro

Nacional de Información sobre Agua Potable. Ver <https://water-research.net/Waterlibrary/>

[pozoprivado/ablandamiento de cal.pdf](#)

Wojtowicz, John A. "Factores que afectan la precipitación del carbonato de calcio"  
Revista de la industria de piscinas y spas  
3:1(2001):18-23. Véase [http://www.poolhelp.com/wp-content/subidas/2017/05/JSPSI\\_V3N1\\_pp18-23.pdf](http://www.poolhelp.com/wp-content/subidas/2017/05/JSPSI_V3N1_pp18-23.pdf) (la paginación interna sigue la publicación de las obras compiladas de los artículos de Wojtowicz)

## Acerca de los autores

J. Que Hales ha sido el gerente de la sucursal de Tucson de Pool Chlor durante los últimos 38 años. Es un autor, investigador, conferencista y editor activo. Es el expresidente de la Asociación Nacional de Cloradores de Gas, el Capítulo del Sur de Arizona de la NSPI y es el editor del Journal of the Swimming Pool and Spa Industry.

Kim Skinner es copropietario de Pool Chlor. Después de trabajar para Skinner Swim Pool Plastering en el área de Los Angeles, ha estado en Pool Chlor durante más de cuatro décadas.

Como socio de onBalance, participa en investigaciones, educación y publicaciones en las áreas de química del agua de piscinas, así como en interacciones con superficies interiores de piscinas.

Doug Latta es el presidente de Latta Consulting Group, con sede en Northridge, California, y ha estado involucrado en la industria de las piscinas durante 48 años. Es un consultor activo en la industria de las piscinas.

Fue presidente de Aqua Clear Pools, Inc., que brindaba servicio y reparaciones semanales, así como remodelación y construcción de nuevas piscinas en el sur de California.