



Tricloraminas y asma en piscinas y spas: problema resuelto

Existen estudios médicos que relacionan las tricloraminas presentes en instalaciones acuáticas cubiertas a la aparición de problemas respiratorios en usuarios y trabajadores del recinto, pero todavía se sigue investigando el porqué de la aparición de estos elementos y cómo se puede reducir su presencia. Es el caso del estudio llevado a cabo por el doctor Howard T Dryden, de la empresa Dryden Aqua.

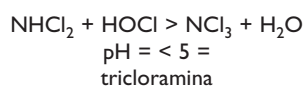
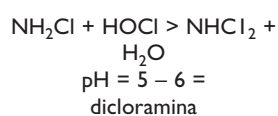
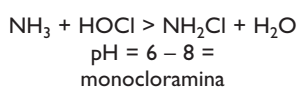
Texto: **Howard T Dryden**, doctor de Dryden Aqua. Traducción: **PS-Pool Equipment**

En los últimos años han habido muchos reportajes en las publicaciones alemanas respecto a las tricloraminas y sus implicaciones potenciales como causante de problemas respiratorios como el asma ocupacional y el asma en niños. Vamos a ver por qué y cómo se producen las tricloraminas y cómo poder solucionar el problema.

La producción de tricloraminas y niveles de bacterias

Según la norma DIN alemanas 19643 "Condiciones del

agua en las piscinas", la producción de cloraminas es una función del pH del agua en acorde a las siguientes ecuaciones :



Según estas ecuaciones, la producción de tricloraminas

ocurren principalmente en un pH por debajo de 5. Entonces, si el agua de una piscina suele tener un pH entre 6,8 y 7,6 ¿cómo es posible que se formen dicloraminas y tricloraminas? Está claro que las tricloraminas no se pueden producir en el agua porque el pH es demasiado alto. En cambio cualquier superficie en contacto con el agua de la piscina tiene un biofilm que si tiene un pH ácido. Por lo tanto, las tricloraminas se forman en cualquier parte de las superficies en contacto con el agua que contenga biofilm y cuanto más grueso

“Las bacterias pueden crecer a un ritmo tremendo en aguas con 25 °C. De media el tiempo para duplicarse gira en torno a los 60 minutos”

sea el biofilm, mayor será la producción.

La superficie más grande en cualquier piscina o spa es la arena del filtro. Cada metro cúbico de arena tiene una su-

perficie aproximada de 3.000 m². Hemos sabido desde hace muchos años que la arena actúa como un excelente sustrato para el crecimiento de bacterias y que la arena nueva queda colonizada por un rango de diferentes bacterias en pocos días. La capa protectora de "alginate" entre la bacteria y la superficie puede formarse en menos de 30 segundos. A continuación la bacteria continuará segregando alginate como mecanismo de protección contra la oxidación del cloro. Los niveles de cloro utilizados en las piscinas y spas no podrán afectar a las bacterias en la arena o en cualquier superficie en contacto con el agua.

La **Figura 1** muestra que en pocos días la arena nueva ha sido colonizada por bacterias. El film de bacterias (biofilm) se desarrolla en la arena y en cualquier superficie en contacto con el agua. Cuando el biofilm se desarrolla va aumentando de espesor y se vuelve cada vez más estable. Eventualmente los alginatos segregados por las bacterias empiezan a pegar los granos de arena apelmazándola y provocando canalizaciones del agua a través del lecho de arena. Esta situación suele ocurrir al cabo de uno o dos años pero en instalaciones con mucho aforo de bañistas como en spas, los altos niveles de sustancia orgánica actúa como nutriente para las bacterias y la coagulación de la arena puede ocurrir en pocos meses.

Cuanto más grueso es el biofilm, más bajo es el pH lo que conduce a más producción de dicloraminas y tricloraminas. Por ello, hay una relación directa entre la carga de bañistas, contenido de sustancia orgánica, biomasa bacteriana y la producción de tricloraminas. Buena higiene, buen sistema de filtración y mantenimiento; todo el conjunto cumple un papel importante. La biomasa de

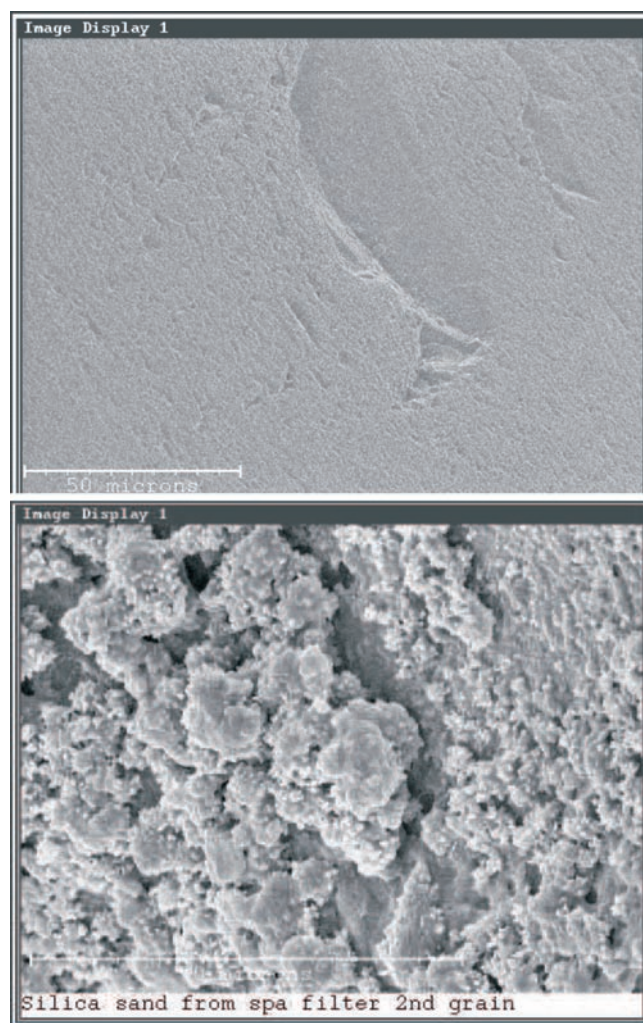


Figura 1. Arena nueva sin bacterias y arena después de unos días mostrando una cubrición de bacterias prácticamente del 100%

bacterias en un filtro de arena puede llegar a ser un 5% del peso total. La Agencia de Protección de la Salud en 2004 en el Reino Unido comunicó que "de 88 inspecciones, en 23 piscinas-spa se detectó la bacteria legionela, 16 de los cuales habían pasado los niveles actuales en cuanto a los parámetros microbiológicos rutinarios. Las bacterias pueden estar presentes en un elevado número de instalaciones aún realizando inspecciones microbiológicas rutinarias que parecen satisfactorias".

Las bacterias dentro del biofilm en la arena del filtro no se verán afectadas por el cloro aunque éste las oxida rápidamente cuando salen expuestas por un lavado. Hay

también un periodo corto en que las bacterias pueden entrar en el agua de la piscina y ocurre durante, aproximadamente, una hora después del lavado del filtro. Los filtros se vuelven también periódicamente inestables y altos niveles de bacterias pueden salir del filtro y enturbiar el agua de la piscina. Puede ocurrir cada pocas semanas o meses dependiendo de la cantidad de bañistas.

Muchas de las cuestiones en cuanto a la calidad del agua en las piscinas pueden relacionarse con los filtros de arena y el biofilm que se desarrolla en la arena de los mismos. Un sistema de filtración bien dimensionado y mantenido puede funcionar bien pero la

arena es fundamentalmente un excelente sustrato para las bacterias. En la empresa de consultoría y fabricación de equipamiento y sistemas para el tratamiento de aguas potables y residuales Dryden Aqua utilizan lechos de arena para el tratamiento de aguas residuales y pueden confirmar que ninguna cantidad de contralavados de la arena puede eliminar las bacterias de modo que un filtro de arena también es una fuente de producción de tricloraminas.

AFM un medio de filtrado activo

En Dryden Aqua han desarrollado el AFM (medio de filtrado activo) como una alternativa directa de la arena. La aplicación de este producto fue subvencionado por la Comisión Europea bajo la iniciativa de la vida en el medio ambiente. Este medio resiste activamente el desarrollo de las bacterias y, de media, los niveles de bacterias en el AFM pueden ser un millón de veces menor que en un filtro de arena equivalente. Cambiando la arena por AFM o cualquier medio que resista el biofilm se logrará una enorme diferencia en la calidad del agua y en la producción de tricloraminas, pero esto no es todo.

Floculación y alimento para las bacterias

Las bacterias pueden crecer a un ritmo tremendo en aguas con 25 °C. De media el tiempo para duplicarse gira en torno a los 60 minutos. Esto significa que una bacteria se convierte en 8 millones después de 24 horas y en 48 horas la biomasa de bacterias puede crecer hasta 140 kg. Esto no ocurre en piscinas ya que el acceso a nutrientes es limitado. Pero de todos modos explica por qué piscinas o spas con un elevado número de bañistas tienen problemas con la arena al cabo de unos meses. Si el acceso a nutrientes se pudiese

reducir, el crecimiento de las bacterias se podría ralentizar. Es esencial que los bañistas se duchen bien antes de entrar en la piscina. El agua potable de la red podría necesitar un filtrado para eliminar fosfatos y sustancia orgánica y no debería llevar surfactantes o productos de limpieza.

El rendimiento de los filtros también debe optimizarse para conseguir la máxima retención de sustancia orgánica. Esto se consigue mediante un eficiente coagulante y floculante que atrapa los componentes disueltos y los sólidos más finos. Floculantes a base de aluminio o su equivalente puede recomendarse para piscinas. El uso eficiente de coagulantes y floculantes reducirá los nutrientes disponibles para las bacterias y ralentizará el crecimiento de las mismas así como las tricloraminas.

Optimizar el rendimiento del filtro

Una filtración con AFM reducirá el crecimiento de las bacterias en el lecho de arena. Aún así éstas pueden desarrollarse en los sólidos retenidos en el filtro. Es importante efectuar un lavado de filtro aunque la presión del mismo no muestre la necesidad de ello. El crecimiento de las bacterias en los sólidos retenidos es tan rápido que empezará a empeorar la calidad del agua sólo en una semana. Los filtros deberían lavarse a contracorriente una vez a la semana y como límite una cada dos semanas.

El rendimiento de un medio filtrante, sea AFM, arena u otros sustratos tiene una variación inversamente proporcional al caudal de agua que atraviesa el lecho de arena. Cuanto más lento sea el caudal, mejor será la filtración. Las velocidades ideales para piscinas deberían estar a ser posible por debajo de $15 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

Es igual de importante que todos los sólidos retenidos en



el filtro se eliminen durante el lavado. Si algunos sólidos se quedan en el filtro, actuarán como nutrientes para las bacterias y los niveles de tricloraminas comenzarán a aumentar. Para conseguir un óptimo lavado, los filtros deberían soplarse con un soplante entre 70 y $90 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ durante un periodo de 5 minutos antes del lavado. El lavado debería de tener un caudal que expandiese el lecho filtrante como mínimo un 15%. Para obtener este resultado utilizando AFM o arena hace falta un caudal con una velocidad de 40 a $45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$. Pocas piscinas operan sus filtros de esta manera y es una lástima ya que se consigue una diferencia importante en la calidad del agua.

NoPhos-control de nutrientes

No importa qué tipo de medio filtrante se utilice o la eficacia en los lavados ya que nunca se conseguirán eliminar todas las bacterias. También sabemos que con los niveles de cloro normales en una piscina no se consigue oxidar las bacterias en la arena, tuberías, azulejos o cualquier superficie en contacto con el agua de la piscina. El dióxido de cloro es más efectivo que el cloro y ya hay varios productos disponibles en el sector de la piscina. En Dryden Aqua existe un importante equipo de biólogos y durante muchos años han controlado los niveles de bacterias en sistemas acuáticos intentado no matarlas sino eliminando

los nutrientes. Toda bacteria necesita ciertos nutrientes y si éstos se extraen del agua se detiene el desarrollo de la bacteria. Dryden Aqua ha desarrollado un producto llamado NoPhos que extrae los fosfatos y minerales para formar un precipitado insoluble que queda retenido en los filtros. Cuando se utiliza NoPhos, no sólo se para el crecimiento de las algas sino que el ritmo de crecimiento de bacterias se ralentiza y hasta se consigue disminuir.

Con la combinación del AFM para eliminar el biofilm, floculantes para eliminar la fuente de alimentación de las bacterias y el NoPhos para eliminar los nutrientes, se consiguen eliminar de una manera efectiva las bacterias de las piscinas y spas. Mediante la eliminación de las bacterias se previene la formación del ácido biofilm que se desarrolla en las superficies y por ello eliminamos o reducimos de manera muy notoria la producción de tricloraminas.

Operando una piscina de la manera descrita en este informe, se mejorará mucho la calidad y el aspecto del agua. La demanda de cloro se reducirá y la química del agua se mantendrá más estable por lo que resultará mucho más fácil mantener y operar la instalación.

UV, un refinamiento adicional

La irradiación del agua mediante UV es efectiva para reducir el nivel de cloro combinado y aniquilar las bacterias. El proceso es efectivo porque la onda de luz actúa en la franja de 254 nm encargada de partir moléculas de proteínas como por ejemplo el ADN del centro de la bacteria. Una molécula se puede partir en 10 moléculas más pequeñas y cada una de ellas reacciona con el cloro, de modo que, en vez de reducir los productos reaccionados con el cloro, la irradiación de

UV puede incrementar estos niveles. El cloro combinado se puede volatilizar parcialmente en trihalometanos (THM) que se incorporan a la atmósfera. En el agua potable el nivel máximo es de 100 ug/l y en piscinas se recomienda que los niveles sean más bajos. Las normas DIN alemanas permiten un máximo de 20 ug/l.

Ole Bisted, del departamento de tecnología para la piscina del Instituto Tecnológico Danés, ha informado que si se utiliza UV, se debe de utilizar también carbón activo para reducir la sustancia orgánica disuelta y los THM. Sin embargo, si se utiliza carbón activo, éste también elimina el cloro que junto con la formación del biofilm en el carbón genera la producción de tricloraminas. El único método para utilizar el

carbón activo es renovándolo cada una o dos semanas que no resulta práctico. Otra opción es dosificar con polvo de carbón activo que es efectivo pero puede resultar engorroso y fácil de equivocarse. La alternativa es utilizar el UV sólo en piscinas que contengan unos niveles bajos de contenidos orgánicos disueltos y ajustar el equipo de UV no para desinfección sino para la oxidación y eliminación de cualquier componente disuelto que el equipo de filtración no haya podido retener. Este es el único método aplicable si se quiere reducir la producción de THM y evitar el uso de filtración mediante carbón activo y las tricloraminas.

La onda óptima para anular las bacterias es 254 nm, pero los equipos de UV pueden operar actualmente en diferentes ondas y son mu-

“La irradiación del agua mediante UV es efectiva para reducir el nivel de cloro combinado y aniquilar las bacterias”

cho más efectivos en eliminar sustancia orgánica disuelta. Los sistemas de UV pueden oxidar sustancias orgánicas y convertirlas en dióxido de carbono para que ya no pueda reaccionar con el cloro. Los UV pueden por ello ser útiles para conseguir un mejor refinamiento en el tratamiento del agua y no un medio para camuflar el problema.

Cloro

Siempre habrá un espacio para el cloro o un desinfectante que actúe rápidamente para prevenir una transmisión horizontal de organismos infecciosos entre los bañistas de la piscina. El cloro

es hoy en día el mejor y más eficaz desinfectante y parece que lo continúe siendo los próximos años.

Los procesos detallados en este informe eliminan los efectos negativos del cloro y proporcionan un camino y un campo en el que poder seguir trabajando para las piscinas, parques acuáticos e industrias de entretenimiento.

Para más información:
PS-Pool Equipment SL
 Pol. Ind. Pla del Terol
 c/ Zeus, 43
 03520 Polop (Alicante)
 Tel.: 966 866 815
 Fax: 966 866 814
 www.ps-pool.com

SWASH DOLPHIN PARA PISCINAS PRIVADAS



- Limpieza total y eficiente
- Diseño de líneas hidrodinámicas
- Manipulación sencilla
- Cepillo, limpia y filtra
- Filtra recogiendo suciedad y hojas
- Autónomo, no necesita conexiones al circuito de la piscina



Recomendado para piscinas hasta 12 m.



POL. IND. PLA DE TEROL, C/ ZEUS 43
 03520 POLOP (ALICANTE)
 TLF: 96 686 68 15 - FAX: 96 686 68 14
 E-mail: info@ps-pool.com

