

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“UTILIZACIÓN DE OZONO Y CARBÓN ACTIVADO EN POLVO LA POTABILIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES DE EMBALSES”

Alberto Girbal

Av. La Voz del Interior 5507, Córdoba, Argentina. Teléfono 0351 4777370.
agirbal@aguascordobesas.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo describe la utilización de Ozono y Carbón Activado en Polvo en el Procesos de Potabilización que Aguas Cordobesas SA utiliza en la Planta Suquía, para el tratamiento de las aguas provenientes del Embalse San Roque, el que presenta frecuentes eventos de floraciones algales, que pueden venir acompañados por eventos de olores y sabores, o bien que requieran ser acondicionadas para ser eliminadas en la clarificación.

De acuerdo a las diferentes características del agua cruda es necesario utilizar cadenas de tratamiento complejas, que requieren definir las características fisicoquímicas de los productos a utilizar y sus dosis óptimas.

Palabras claves: Ozono, Carbón activado, potabilización

ABSTRACT

This work describes the use of ozone and powdered activated carbon during water treatment process in AguasCordobesasSuquía Treatment Plant. Raw water treated in this Plant comes from San Roque Lake which has frequent algal blooms events, sometimes accompanied by taste and odor or that need to be treated for elimination on the clarification stage.

According to the different raw water characteristics it is necessary to use complex treatment chains which require define the physiochemical characteristics of the products and its optimum doses.

Keywords: Ozone, Activated carbon, purification

SOBRE EL AUTOR PRINCIPAL

Autor: Alberto Luis Girbal es Ingeniero Químico egresado de la UNLP en 1975. Realizó un Posgrado en Dirección de Empresas IAE 1999. Actualmente tiene el cargo de Gerente de Operaciones Técnicas en Aguas Cordobesas SA
Director Técnico de DIAGUA AIDIS Argentina

INTRODUCCIÓN

Aguas Cordobesas SA es la encargada de la Provisión del Suministro de Agua Potable a la Ciudad de Córdoba. La ciudad está situada en la Región Semiárida del centro del País, donde las precipitaciones anuales son de 770 mm en promedio. Climáticamente se presentan dos estaciones bien diferenciadas, una seca otoño – invierno, y otra húmeda en primavera – verano.

La Planta Suquía, a cuya cadena de tratamiento nos referiremos, se alimenta desde el Embalse San Roque, que tiene una capacidad, a altura de vertedero, de 200 hm³. El lago está fuertemente eutrofizado y permite el desarrollo de diversos tipos de algas según la estación de que se trate.

En el período seco, otoño – invierno se desarrollan algas básicamente de la familia de las diatomeas, como *Cyclotella*, aunque también ha estado presente *CeratiumHirundinella* de la familia de las pirrófitas. En el período primavera – verano se pueden presentar dos familias de algas cianobacterias como *Anabaena* y/o *Microcystis* y pirrófitas como *Ceratium Hirundinella*.

Si las concentraciones son muy elevadas pueden producirse inconvenientes en el proceso de potabilización, que requiere la utilización de productos especiales como el ozono y el carbón activado en polvo.

Ceratium Hirundinella es un dinoflagelado que, cuando está activo, tiene la posibilidad de desplazarse en forma vertical en una columna de agua, lo que dificulta su decantación, pues los flocs formados y decantados se resuspenden, disminuyendo la eficiencia y pasando hacia la filtración. De acuerdo a la cantidad de luz puede

desplazarse en la columna líquida del embalse, lo que le permite alcanzar la profundidad de la toma de agua cruda e ingresar al proceso de potabilización.

Como metabolitos, produce un fuerte olor a pescado, el que no es transferido al agua de consumo. Produce polisacáridos que pueden ubicarse en la parte superior de los decantadores estáticos, y/o en la parte superior de los filtros. Este polisacárido actúa como floculante y no produce efectos negativos en la potabilización. También puede producir espumas, y en el caso que se utilice decantación estática puede formar una capa superior en los decantadores, la que deberá ser retenida para que no ingrese a los filtros.

En el caso de blooms importantes, se puede producir la lisis de las células, que al liberar su contenido intracelular aumentan el contenido de materia orgánica. Cuando este efecto se produce en embalses puede producirse anoxia acompañada con mortandad de peces.

Microcystis es una cianobacteria que se presenta en colonias con forma redondeada, poseen vesículas gaseosas que le dan la posibilidad de flotar. Las colonias suelen estar rodeadas por un mucílago que también favorece la flotación, haciendo difícil su decantación.

Anabaena es una cianobacteria filamentosas, morfología que produce inconvenientes en la sedimentación. Pueden fijar el nitrógeno del aire cuando este no está disponible en solución, y presentan vacuolas de gas que le permiten ubicarse en zonas donde la luz sea favorable.

Tanto *Microcystis* como *Anabaena* pueden producir geosmina y/o toxinas, que deben ser eliminadas en el tratamiento de potabilización.



Fotografía 1. Embudo Embalse San Roque. Blomm de cianobacterias



Fotografía 2. Embudo Embalse San Roque. Blomm de Ceratium

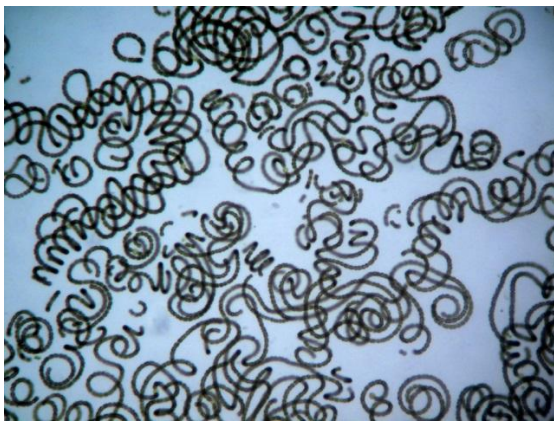


Imagen 1. *Anabaena*

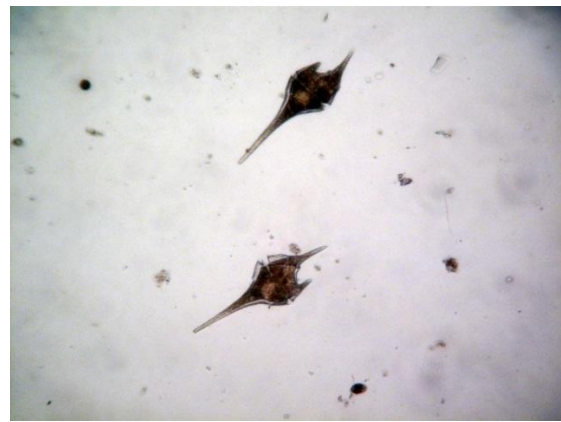


Imagen 2. *Ceratium*

UTILIZACIÓN DE OZONO

Para resolver la problemática que presentan los tipos de algas mencionados y sus metabolitos, la Planta Suquía cuenta con una planta de dosificación de ozono. La planta está integrada un tanque de depósito de oxígeno líquido con una capacidad de 60 toneladas, dos baterías de evaporadores de oxígeno al aire, un sistema de regulación de presión caudal de oxígeno, dos generadores de ozono de 30 kg/h capacidad cada uno, difusores radiales, cámara de contacto e instalaciones auxiliares.

La instalación descrita permite alcanzar una dosis de ozono en agua cruda de 3,3 mg/l cuando la planta se encuentra trabajando a su caudal máximo [18.000 m³/h]. El ozono agregado a agua a través de un difusor radial, permite que se forme finas burbujas de ozono que permiten aumentar el coeficiente de

transferencia. La cámara de contacto permite un tiempo de retención a caudal máximo de 3,5 minutos. En el caso que sean necesarios valores de CxT mayores a los descritos se puede disminuir el caudal de producción, pero de acuerdo a la experiencia las condiciones de diseño son suficientes para resolver los problemas que se han presentado. En el caso que la calidad del agua cruda lo requiriese, la obra está prevista para instalar un tercer generador de ozono de iguales características a los instalados.



Fotografía 3. Planta de Ozono.



Fotografía 4. Difusor radial.

La fracción de ozono no transferida al agua, se concentra en la fase gaseosa de la cámara de contacto, de donde es extraído, destruido en un destructor térmico y eliminado a la atmósfera.

El objetivo de la preozonización es modificar la estructura de la pared celular, pero sin romper la misma, para evitar que se incorporen al agua cruda los materiales intracelulares, lo que no haría más que empeorar la situación. En el caso de las cianobacterias hay que impedir que la colonia se desintegre, pues es muy difícil retener las células

sueltas en la clarificación. En el caso de *Ceratium* el objetivo es reducir la movilidad.

El ozono, además, reduce el color, la bacteriología, el potencial de formación de THM, UV_{254} y disminuye la concentración de geosmina y toxinas disueltas.

La dosis a aplicar es función de la calidad del agua cruda a tratar, se buscan niveles de ozono residual en aire muy bajos 0,05 a 0,1 mg/l, pero siempre controlando que no se destruyan las colonias y las células, y la movilidad en caso de *Ceratium*, donde se busca que la cantidad de organismos móviles no supere el 20%.

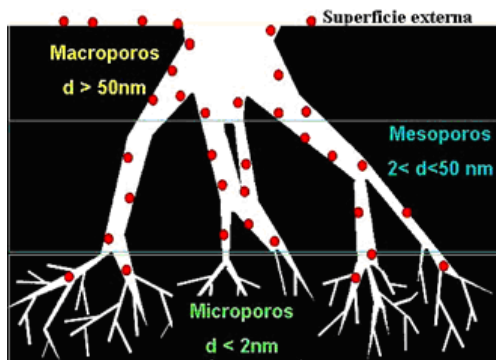
UTILIZACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO EN POLVO [CAP]

Su utilización está prevista para abatir las sustancias que provocan olores y sabores al agua de bebida, en nuestro caso básicamente geosmia.

El CAP es dosificado en la cabeza de los decantadores de manto de lodos con los que cuenta la planta, y se usa al manto de lodos como sostén del CAP. El tiempo de contacto del CAP con el agua a tratar está dado por el tiempo de permanencia hidráulica del barro en el decantador. Para evitar la sedimentación es necesario ajustar las dosis de coagulante y floculante, la cadencia de la pulsación y la altura de pulsación. Deben controlarse que los índices de Kinch se encuentren dentro de los requeridos.

El CAP utilizado debe ser uno de cinética rápida, por lo general los que tienen esta característica son los provenientes de madera. Siempre es necesario probar el producto a utilizar para verificar que se adapte a los requerimientos.

Son preferibles los carbones activados químicamente, en el caso de Aguas Cordobesas SA utilizó con éxito un carbón activado químicamente producido a partir de cáscara de maní, activado con ácido fosfórico. También se ensayaron carbones activados con vapor de agua.



Esquema 1. Poro de CAP

DESARROLLO DE LOS ENSAYOS PARA SELECCIONAR EL CAP ADECUADO

El objetivo de los mismos es evaluar el abatimiento de geosmina utilizando diferentes tipos de CAP y las condiciones de aplicación que permita definir cual es el producto óptimo para nuestro tipo de agua.

Los ensayos se desarrollaron utilizando un agua sintética inyectando un patrón de geosmina liofilizada, hasta lograr una concentración inicial cercana a los 4.000 mg/l en el agua cruda recibida en la Planta para conservar la misma.

Para medir la eficiencia se determinaron los valores de UV, COT y el resto de los parámetros fisicoquímicos.

Los ensayos se realizaron utilizando un jar test reproduciendo las condiciones operativas de la Planta.

Las variables a analizar son:

Tipo de CAP [caracterización: tamaño de partícula, flotabilidad, sedimentación, humectación, dispersión, aportes de color, variación de pH, TOC y UV].

Dosis

Tiempo de Contacto

Geosmina

Modalidad de los ensayos:

1. Se selecciona un CAP
2. En cada ensayo se evaluaron 9 muestras 1.000 ml de agua cruda con geosmina.
3. El agua cruda a ensayar estuvo a temperatura de laboratorio, para lo cual se extrajo una cantidad suficiente de agua cruda y dejando equilibrar la temperatura con la de laboratorio.
4. Se utilizarán dos equipos de jar test trabajando en paralelo. En el N° 1 se agitarán los blancos. La J1₁ Agua Cruda inyectada, sin reactivos químicos, esto permitirá evaluar la eliminación de geosmina por efectos de la agitación. El segundo blando la J2₁ Agua Cruda inyectada a la que se aplicará sulfato de aluminio y polielectrolito en las dosis óptimas requeridas para el tipo de agua cruda a ensayar. Los reactivos se aplicarán a tiempo t₁. Este blanco permite verificar si hay reducción de geosmina por el efecto de la coagulación-floculación.
5. En el jar test n° 2 se aplicarán las diferentes dosis de CAP. Las cantidades de CAP a utilizar se hidratarán individualmente en 100 ml de la misma agua cruda a utilizar en el ensayo, de forma tal de asegurarse que el total del CAP pesado sea dosificado.
6. Las jarras J1₂ a J6₂ se completan con agua cruda inyectada a 900 ml, y se agregan luego los 100 ml de agua cruda conteniendo 5, 10, 15, 20, 30 y 40 mg/l de CAP, y se pone a agitar las seis jarras a 90 rpm, durante el tiempo t₁ = 60 minutos, para lograr una suspensión homogénea del CAP en toda la masa de agua a tratar
7. Una vez transcurrido t₁, se sube la velocidad de agitación a 200 rpm y le agregan las dosis óptimas de sulfato de aluminio durante 90 seg luego se agrega la dosis óptima de polielectrolito no iónico. Luego de 180 seg se

bajan las revoluciones de agitación a 40 rpm. La mezcla lenta se realiza durante 17 minutos. Se deja sedimentar 10 minutos y se extraen las muestras a analizar con sifón.

8. Las muestras extraídas se envían al Laboratorio Central para determinación de geosmina. Un total de 9 muestras por corrida.
9. En laboratorio de planta se efectúan el resto de las determinaciones [T°, Turbiedad, Color, UV, pH y Alcalinidad Total] en cada una de las 9 mueve muestras.
10. Con los datos obtenidos se efectúan las curvas de abatimiento de UV y Geosmina.

Con el mismo tipo de agua y de CAP e iguales dosis de insumos químicos, se efectúan dos ensayos más uno con $t_1 = 90$ minutos, y otro con $t_1 = 120$ minutos, para poder evaluar el impacto de los diferentes tiempos de contacto.

Resultados Obtenidos

Se hicieron ensayo con varios tipos de CAP. Se determinó la velocidad de sedimentación para que, el carbón elegido, tuviera poca flotabilidad y baja velocidad de sedimentación, para poder sostenerlo de manera eficiente en el manto de lodos de los decantadores, conocer cuál sería su comportamiento en la potabilización, se buscó un producto que cumpliera con estas premisas.

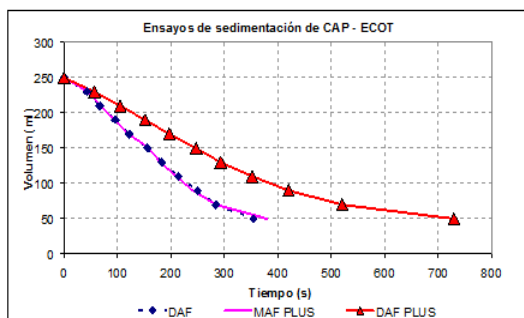


Gráfico 1. Ensayo sedimentación de CAP.

Se midieron los abatimientos de geosmina y de materia orgánica, para verificar la eficiencia, selectividad y la no interferencia de los diferentes compuestos con la geosmina.

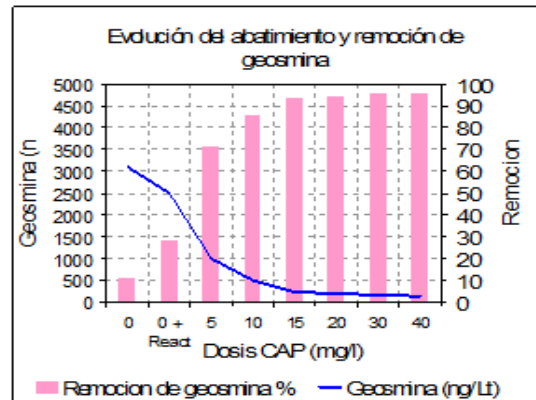


Gráfico 2. Evolución del abatimiento y remoción de Geosmina

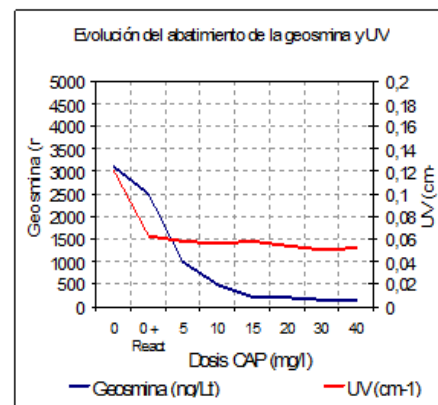


Gráfico 3. Evolución del abatimiento de Geosmina.

Descripción de las Instalaciones

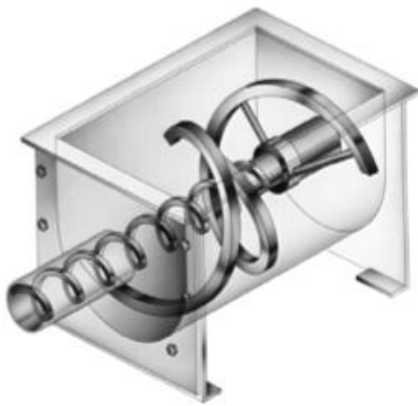
El puesto de dosificación consta de dos dosificadores marca ACRINSON de 450 kg/h de capacidad cada uno, que trabajan en forma alternativa, que permiten dosificar 25 mg/l a caudal máximo de 18.000 m³/h, la dosis puede aumentarse disminuyendo el caudal de tratamiento.



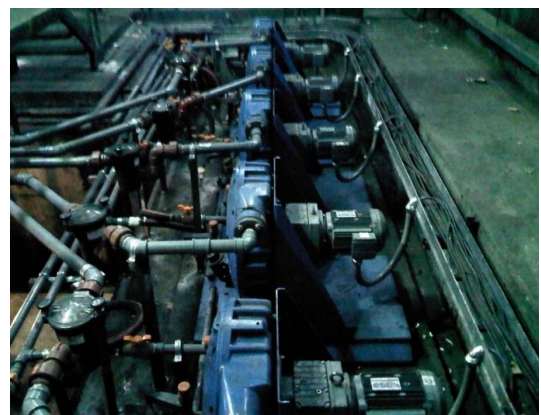
Fotografía 5. Dosificador de CAP.



Fotografía 6. Bomba dosificadora.



Esquema 2. Tornillo dosificador.



Fotografía 7. Conjunto de Bombas dosificadoras.

Es importante que el dosificador tenga doble tornillo para evitar que se formen grumos o apelotonamientos.

El polvo es mezclado con agua en un tanque agitado hasta obtener una concentración máxima de 24 g/l, y dosificado a cada decantador utilizando bombas peristálticas con un caudal volumétrico de 4 m³/h por bomba.

Las conducciones de dosificación son de PAD de diámetro 1/4 pulgadas, para obtener una velocidad de 1,4 m/seg, y de esa manera evitar la sedimentación de la suspensión.

Es importante que la producción de la suspensión se realice con agua libre de cloro.

Las dosificaciones deben ajustarse de acuerdo a la problemática y tipo de agua a tratar, en caso de Aguas Cordobesas SA, se utilizó para abatir geosmina y las dosis utilizadas variaron entre 5 y 20 mg/l, con buenos resultados.

Conclusión

La combinación de la utilización del Ozono como preoxidante seguido del Carbón activado en Polvo,

han demostrado ser una cadena de tratamiento adecuada para resolver la problemática de olores y sabores en el tratamiento de agua Potable.

Las dosis de ozono utilizadas deben ser las necesarias como para actuar sobre los metabolitos contenidos en el agua cruda, y las membranas celulares de las cianobacterias, pero teniendo cuidado de no romper las membranas celulares x de forma tal de no liberar los metabolitos intracelulares.

En la utilización del CAP es muy importante lograr el tiempo de contacto más prolongado posible entre este y toda la masa de agua cruda, de forma tal de favorecer la adsorción. Debe seleccionarse el CAP adecuada, aquel que sea selectivo con el metabolito que se desea abatir en el menor tiempo posible. En el caso de las aguas superficiales de los embalses de córdoba, resultaron ser los más adecuados aquellos provenientes de madera y activados con fosfórico.

De todas maneras, cada operador deberá seleccionar las dosis adecuadas de acuerdo a ensayos de laboratorio de forma tal de obtener los mejores resultados al menor costo.

BIBLIOGRAFÍA

- F. Bernazeu. (1996-1997) Drinking Water Treatment Processes
- R. Scott Alvis. (1996-1997) Principios de Carbón Activado para el Tratamiento de Agua Potable
- Ouuet J. P. (1996-1997) The Use of Ozone and Activated Carbon for the Removal of Tastes & Odors
- Mallevalle J. (1996-1997) Efficiency of Different Treatment Trains in the Removal of Taste and Odors