

## EL ABC DEL OZONO

*La presente es la primera de una serie de notas en las que se delinearán los conceptos técnicos básicos de diferentes temas relacionados con el tratamiento de agua y los equipamientos involucrados, con cierto direccionamiento hacia el tratamiento de agua para hemodiálisis. Comenzamos con el ozono pues representa una novedad tecnológica de creciente aplicación en este campo y como tal constituye objeto de permanente consulta.*

### INTRODUCCIÓN

El ozono es un gas que se forma cuando el oxígeno es expuesto a una alta intensidad de luz ultravioleta (como sucede en nuestra estratósfera) o a un campo de alta energía (llamado descarga corona) capaz de disociar los dos átomos que lo componen y dar lugar a una nueva molécula triatómica de oxígeno. El ozono es un potente oxidante, desinfectante y desodorizante.

Posee un olor muy característico a quien debe su nombre (del griego ozon = olor). Este olor es particularmente evidente en tormentas eléctricas o descargas eléctricas puntuales. La alta inestabilidad de la molécula de ozono hace que sea necesario generarlo in situ. Su alta reactividad, es excedida solamente por el flúor. Pero dentro de los compuestos químicos de uso común el ozono ocupa el primer lugar en lo que respecta a potencial de oxidación.

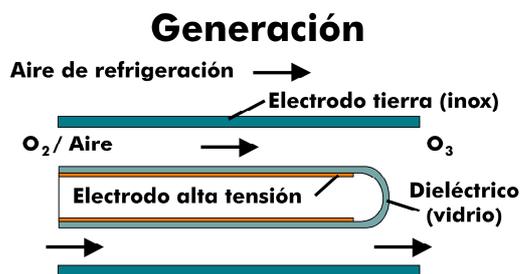
Compuesto	Pot. (mV)
O <sub>3</sub>	-2.07
HOCl <sup>•</sup>	-1.49
Cl <sub>2</sub>	-1.36
NH <sub>2</sub> Cl	-0.75

Las propiedades de mayor interés del ozono son su solubilidad en agua y su estabilidad en medio líquido y gaseoso, ya que son las que permiten llevar adelante su aplicación como desinfectante.

## GENERACIÓN DEL OZONO

Existen diversas tecnologías para generar ozono, dentro de las cuales las dos de mayor aplicación son: Irradiación UV y Descarga Corona. Esta última, adoptada por FG ingeniería, es la que logra una mayor concentración del ozono en aire u oxígeno y por ende la más conveniente en los generadores industriales.

En el proceso de generación se hace circular el gas conteniendo oxígeno (por ejemplo aire seco) por un espacio en donde se aplicará un fuerte campo eléctrico. Esa energía produce la disociación del oxígeno que se recombina con nuevas moléculas para dar ozono.



## SOLUBILIDAD DEL OZONO

Cuando se habla de solubilidad del ozono en agua es muy importante distinguir entre la solubilidad de saturación y la que operativamente puede lograrse en un sistema de tratamiento de agua. Lo importante, en definitiva, será alcanzar una concentración suficiente para el tratamiento buscado. Este valor estará generalmente muy por debajo de la saturación.

La solubilidad es función de la concentración en fase gas, la presión del gas y la temperatura del agua. La primera depende de la tecnología empleada en la generación y el gas portador (aire u oxígeno), la temperatura normalmente no es modificada y la presión sí puede ser controlada. FG ingeniería también ha optimizado en este aspecto los sistemas de ozonización al utilizar torres de disolución presurizadas (lo que además permite el ahorro de una bomba). La torre de disolución o comúnmente llamada torre de contacto es la que permite transferir el ozono desde el gas en donde es generado al líquido en donde debe ser aplicado; y junto con ello proporcionar el tiempo de contacto para que ocurra la desinfección.

Las torres de contacto producidas por FG ingeniería son construidas en acero inoxidable 304L / 316L y de características sanitarias.

Las concentraciones usuales en sistemas de tratamiento de agua van desde 0,3 a 1,5 ppm.

### **ESTABILIDAD DEL OZONO DISUELTO**

Una vez incorporado en el seno del líquido el ozono debe permanecer durante cierto tiempo para lograr su efecto oxidante. La vida media del ozono disuelto es generalmente superior a ese requerimiento.

La descomposición del ozono en agua (considerando ausencia de contaminantes) se produce por recombinación con sí mismo para transformarse nuevamente en oxígeno. Dicha descomposición será función de:

- Temperatura
- Incidencia de rayos UV
- pH del medio

En agua neutra y a temperaturas que rondan los 18°C tendrá una vida media de 20 minutos.

Esto permite, en el caso de desinfección de circuitos de distribución en hemodiálisis, sanear el sistema al final de la jornada y al día siguiente encontrarse con el sistema estéril y libre de ozono. Con un corto enjuague queda apto para su operación.

### **PROPIEDADES DESINFECTANTES**

En publicaciones anteriores ya hemos mostrado cuadros comparativos del ozono con respecto a otros desinfectantes. El ozono es altamente efectivo a muy bajas concentraciones. Por ejemplo en ensayos con *E. coli* se midieron en 1 min y con 9 microgramos/Lt reducciones del 99,99% (4 logs).

Resultados muy similares fueron obtenidos con *Stafilococcus* sp. y *Pseudomonas* fluorescentes. Para *Streptococcus fecalis* se requirieron 2 minutos para el mismo efecto; y para *Mycobacterium tuberculosis* se requirieron 6 minutos.

El efecto desinfectante puede ser cuantificado en función de los valores  $C \times t$  (concentración en ppm por tiempo de contacto ozono - agua en minutos). Aunque dichos valores son afectados por la temperatura, el pH, etc. podemos decir globalmente que un valor de  $Cxt = 2$  ppm.min para ozono logra el mismo efecto que un valor de 500 ppm.min para cloro, 100.000 para ácido peracético en la eliminación de organismos de alta resistencia.

Puntualmente para el caso de las endotoxinas el ozono ha demostrado excelentes reducciones (> 99 %) con valores de  $Cxt = 6$ . Esto constituye una rotunda ventaja ya que otros agentes de desinfección no tienen ni siquiera la capacidad de eliminar las endotoxinas.

## LOS BENEFICIOS DEL OZONO

En el esquema tradicional de tratamiento de agua para hemodiálisis, el ozono comienza a ocupar un lugar importante dentro del lay-out por presentar diversas ventajas, no sólo químicas sino también operativas:

- Tiene una velocidad de desinfección miles de veces superior al cloro
- Elimina eficientemente virus y endotoxinas
- Elimina hongos, algas y esporas
- Oxida compuestos orgánicos y biológicos sin dejar subproductos indeseados.
- Es muy fácil de enjuagar de los sistemas saneados.
- Evita los manipuleos riesgosos de otros productos químicos
- No requiere cálculos o maniobras de dilución
- Es absolutamente conveniente con respecto a su costo operativo (sólo la energía eléctrica involucrada)

## APLICACIONES DEL OZONO

- Tratamiento del agua para hemodiálisis
- Desinfección de tanques y cañerías
- Agua para consumo humano
- Agua en torres de enfriamiento
- Piletas de natación
- Agua ultrapura para procesos farmacéuticos
- Tratamiento de efluentes

## **FG ingeniería**

Nuestros equipos para aplicaciones en hemodiálisis han rescatado todas esas ventajas y virtudes del ozono mirando las necesidades y solicitudes operativas de un centro de hemodiálisis.

Queda mucho por decir de este noble producto que no pueden ser abarcados en una nota introductoria, que como dijimos al comienzo pretende ser el abc en la descripción técnica del tema. Es por ello que nuestra empresa pone a disposición de su centro de hemodiálisis toda información técnica adicional para dar respuesta a inquietudes o dudas puntuales que pudieran surgir.