

TRATAMIENTOS CON OZONO EN CONDUCTOS DE A/A



**Informe emitido en:
Octubre, 2014**

Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. QUÉ ES EL OZONO. EQUIPOS INDUSTRIALES	3
2.1. Ficha descriptiva	3
2.2. Caracterización	4
2.3. Mecanismo de acción	5
2.4. Espectro de acción	7
2.5. El ozono como biocida ideal	8
3. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	10
4. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN	11
4.1. Tratamiento en continuo	11
4.2. Control microbiológico periódico	11
4.3. Puntos problemáticos	12
4.4 Ventajas y utilidades	12
5. DATOS TOXICOLÓGICOS	15
6.- NORMATIVA	16

1. Introducción

En las sociedades modernas, un alto porcentaje de la población pasa la mayor parte del tiempo en sus centros de trabajo. Sería, por tanto, lógico y deseable que dichos centros fueran lugares seguros y saludables en todos sus aspectos a fin de garantizar el bienestar y la salud de los trabajadores.

El principal **peligro** de las construcciones modernas lo constituye el hermetismo con que se edifica, a modo de “burbuja”, realizándose la **ventilación** de los locales a través de **aire acondicionado**. Cuando éste es central, y no se lleva a cabo una correcta limpieza periódica, se puede acumular en el interior de los conductos materia de todo tipo: pájaros muertos, ratones y, en consecuencia, microorganismos de diversas clases, convirtiéndose así las **salidas de aire** en auténticas “**inyecciones**” de bacterias.

Las consecuencias que la ignorancia de dichos riesgos conlleva son las infecciones y contagios por hongos, virus y bacterias, entre los que se encuentra, por supuesto, LA *Legionella*, el virus de la **gripe** así como todo tipo de gérmenes.

La tecnología del **ozono**, poderoso desinfectante apto para uso alimentario, **resuelve** eficazmente los problemas de contaminación microbiológica y química en los puntos problemáticos. Los criterios de definición de Puntos Críticos y la metodología aplicada a la solución del problema, pertenecen al “know-how” de Cosemar Ozono, y permite resolver problemas tradicionalmente mal planteados.



Riesgos

1. Contaminación biológica

Aire y superficies de uso común (barandillas, aseos, pomos de puertas...) contaminadas por bacterias, hongos, y virus. Falta de desinfección en los conductos de aire acondicionado o splits

2. Contaminación química

Olores y compuestos derivados de la combustiones, de la composición del mobiliario y de ambientadores químicos.



Consecuencias

1. Infecciones y contagios

Los trabajadores de cualquier centro de trabajo se exponen cada día a posibles infecciones y contagios provocados por hongos, virus y bacterias, en especial en el caso de .

2. Alergias

Entre las consecuencias más comunes de la contaminación química o biológica se encuentran el malestar general, dolores de cabeza, estornudos, irritación de las mucosas y alergias de todo tipo.

3. Legionelosis

A pesar de la obligatoriedad de cumplir con los requisitos establecidos en el R. D. 865, en muchas instalaciones no se respetan estos o no se llevan a cabo las tareas preventivas de desinfección y control, fundamentales para evitar la aparición de nuevos brotes.

2. Qué es el Ozono. Equipos industriales

El ozono es un potente desinfectante utilizado desde hace décadas en muy diversos campos, tanto en agua como en aire.

La OMS aconseja que el nivel de microorganismos en el aire de interiores no supere las 500 ufc, por los riesgos que ello puede implicar para los usuarios de ese espacio.

Cosemar Ozono garantiza espacios con **niveles inferiores a 400 ufc**, gracias a sus equipos de la serie industrial, que se instalan mediante tuberías de PVC transparente o teflón, por los patinillos, falso techo, etc.

2.1. Ficha descriptiva del ozono

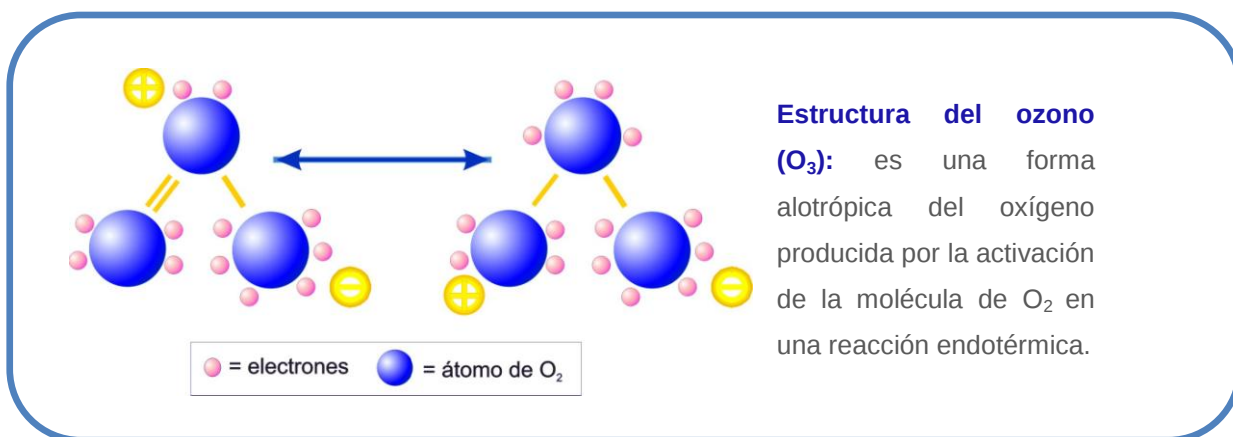
Identificación	
Nombre químico	ozono
Masa molecular relativa	48 g/L
Volumen molar	22,4 m ³ PTN/Kmol
Fórmula empírica	O ₃
Número de registro CAS	10028-15-6
Referencia EINECS	233-069-2
Densidad (gas)	2,144 g/L a 0°C
Densidad (líquido)	1,574 g/cm ³ a - 183°C
Temperatura de condensación a 100kPa	-112°C
Temperatura de fusión	-196°C
Punto de ebullición	-110,5°C
Punto de fusión	-251,4°C
Temperatura crítica	-12°C
Presión crítica	54 atms.
Densidad relativa frente al aire	1,3 veces más pesado que el aire
Inestable y susceptible de explosionar fácilmente	Líquido -112°C Sólido -192°C
Equivalencia	1 ppm = 2 mg/m ³

2.2. Caracterización

El ozono es un compuesto formado por tres átomos de oxígeno, cuya función más conocida es la de protección frente a la peligrosa radiación ultravioleta del sol; pero también es un potente oxidante y desinfectante con gran variedad de utilidades. La más destacada es la desinfección de aguas.

Se trata de un gas azul pálido e inestable, que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante, perceptible a menudo durante las tormentas eléctricas, así como en la proximidad de equipos eléctricos, según evidenció el filósofo holandés Van Marun en el año 1785. A una temperatura de -112°C condensa a un líquido azul intenso. En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es trece veces más soluble en agua que el oxígeno, pero debido a la mayor concentración de oxígeno en aire, éste se encuentra disuelto en el agua en mayor medida que el ozono.

La molécula presenta una estructura molecular angular, con una longitud de enlace oxígeno-oxígeno de $1,28 \text{ \AA}$; se puede representar de la siguiente manera:



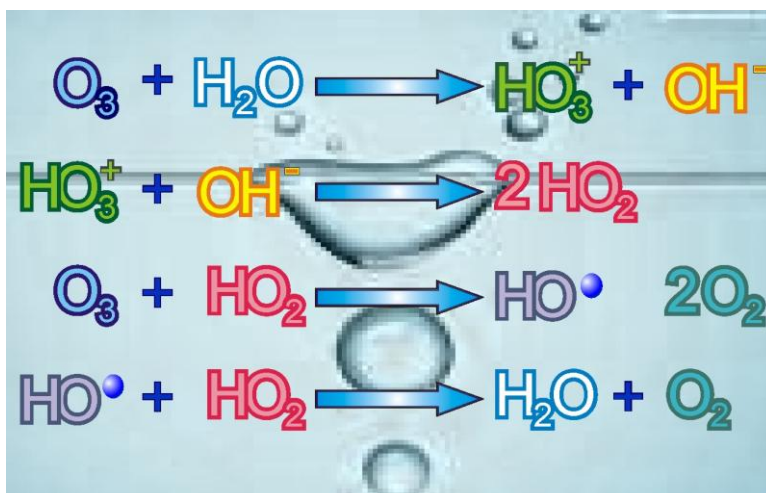
Debido a la inestabilidad del compuesto, en este tipo de aplicaciones, éste debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan una corriente de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, que es por el cual circula el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.

2.3. Mecanismo de acción

Este gas puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción:

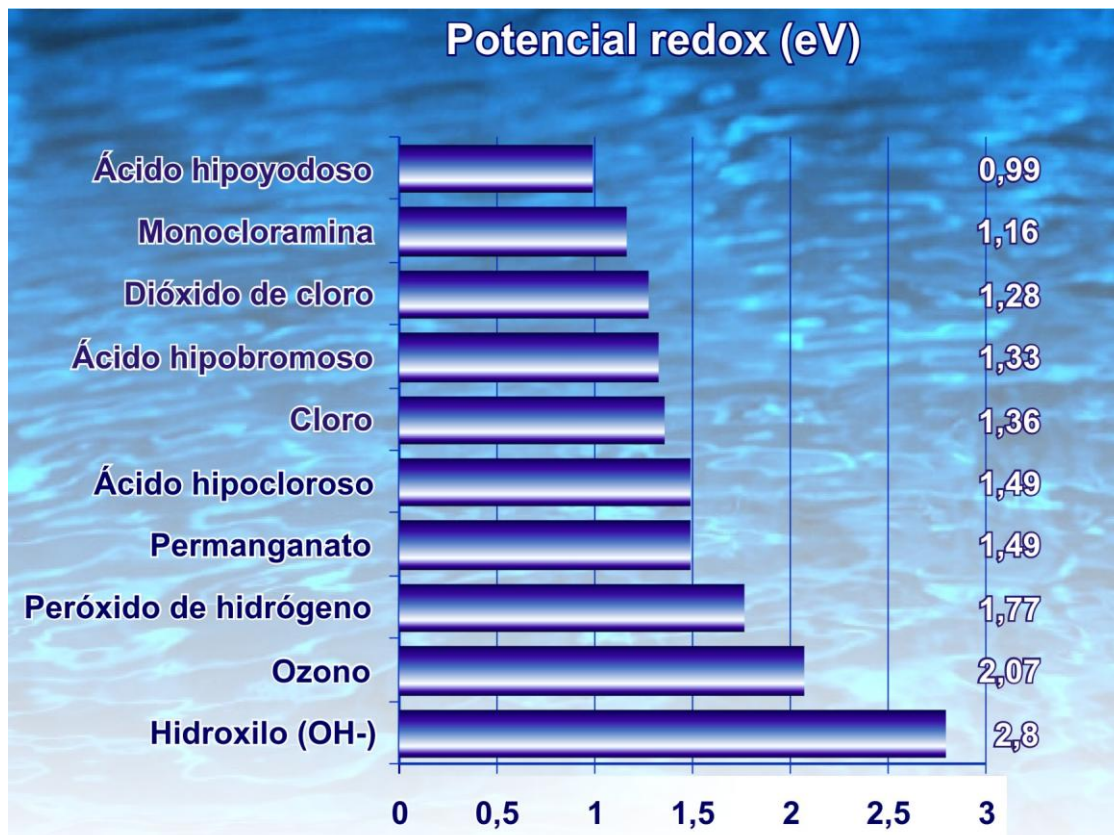
1. Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
2. Oxidación por radicales libres hidroxilo.

Los radicales libres hidroxilo, ($\text{OH}^\bullet$), se generan como a continuación se expone:



Los radicales libres así generados, constituyen uno de los más potentes, con un potencial de 2,80 V. No obstante, presentan el inconveniente de que su vida media es del orden de microsegundos, aunque la oxidación que llevan a cabo es mucho más rápida que la oxidación directa por moléculas de ozono.

De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de agua y aire, los radicales libres de hidroxilo y el ozono tienen el potencial más alto, como se puede observar en la siguiente tabla:



Así, dependiendo de las condiciones del medio, puede predominar una u otra vía de oxidación:

- En condiciones de bajo pH, predomina la oxidación molecular.
- Bajo condiciones que favorecen la producción de radicales hidroxilos, como es el caso de un elevado pH, exposición a radiación ultra-violeta, o por adición de peróxido de hidrógeno, empieza a dominar la oxidación mediante hidroxilos. (EPA Guidance Manual, 1999).

2.4. Espectro de acción

Se puede decir que el ozono no tiene límites en el número y especies de microorganismos que puede eliminar, dado que actúa sobre estos a varios niveles.

La **oxidación directa de la pared celular** constituye su principal modo de acción. Esta oxidación provoca la rotura de dicha pared, propiciando así que los constituyentes celulares salgan al exterior de la célula. Asimismo, la producción de radicales hidroxilo como consecuencia de la desintegración del ozono en el agua, provoca un efecto similar al expuesto.

Los daños producidos sobre los microorganismos no se limitan a la oxidación de su pared: el ozono también causa daños a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), provocando la ruptura de enlaces carbono-nitrógeno, lo que da lugar a una **despolimerización**. Los microorganismos, por tanto, no son capaces de desarrollar inmunidad al ozono como hacen frente a otros compuestos.

El ozono es eficaz, pues, en la **eliminación de bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas y quistes** (Rice, 1984; Owens, 2000; Lezcano, 1999).

Por otra parte, **actúa a menor concentración y con menor tiempo de contacto** que otros desinfectantes como el cloro, dióxido de cloro y monoclóraminas.

Además el ozono, como indicábamos previamente, **oxida sustancias citoplasmáticas**, mientras que el cloro únicamente produce una destrucción de centros vitales de la célula, que en ocasiones no llega a ser efectiva por lo que los microorganismos logran recuperarse (Bitton, 1994).

2.5. El Ozono como biocida ideal

Por sus singulares características, el ozono cumpliría con gran parte de los ideales de un biocida como:

- Ser efectivo frente a un amplio rango de microorganismos.
- Actuar rápidamente y ser efectivo a bajas concentraciones.
- No causar deterioro de materiales.
- Tener un bajo coste, ser seguro y fácil de manejar y aplicar.
- Descomponerse fácilmente sin dejar sustancias peligrosas que puedan perjudicar la salud y el medio.
- Desinfección de conductos de aire acondicionado.
- Eliminación de la película biológica que se forma en los conductos y actúa como reservorio de microorganismos.
- Purificación del aire interior de zonas comunes, consiguiendo un ambiente agradable, fresco y libre de malos olores.
- Único sistema de desinfección en continuo: desinfección diaria de superficies.
- Anti-tabaco: eliminación de olores y compuestos derivados del tabaco, así como COV (compuestos orgánicos volátiles).
- Acabar, por todo lo anteriormente expuesto, con los problemas de contagios y alergias debidos a contaminación ambiental.

Este sistema puede, además, utilizarse tanto como **tratamiento de choque** como en pequeñas concentraciones de **manera continua**. Un tratamiento continuo asegura no sólo la ausencia de microorganismos patógenos: también elimina aquellos microorganismos que forman parte de la película biológica que se forma en los conductos de aire acondicionado, y que se presenta como un reservorio de patógenos a eliminar si se quiere prevenir una constante re-contaminación de las instalaciones

3. Factores que afectan a la calidad del aire en ambientes cerrados

Entre los factores que afectan a la calidad del aire en el interior de edificios cerrados, encontramos unas de origen físico, otras de origen químico y, por último, causas biológicas; éstas se relacionan directamente con el sistema de Aire Acondicionado, no únicamente por su capacidad de reciclar los contaminantes por todo el ambiente en su función de retorno, sino por constituir un hábitat adecuado para los microorganismos por razones de humedad, oscuridad y temperatura, favoreciendo así la proliferación de hongos, virus, bacterias y ácaros que pudieran ser incorporados al sistema por algún portador contaminado (visitante o residente).

Asimismo, estas condiciones propician la aparición de película biológica, biocapa o *biofilm*. La “biocapa” o “biofilm”, compuesta por microorganismos, materia orgánica, residuos y materia inerte, actúa como reservorio de diversas bacterias, además de favorecer el proceso de corrosión de las tuberías y aparatos metálicos

A modo de resumen se puede concluir que las deficiencias más frecuentemente encontradas son consecuencia de alguno de los factores siguientes:

- **Una ventilación inadecuada:** mala filtración del aire debido a limpieza y mantenimientos incorrectos o a un inadecuado diseño del sistema.
- **La contaminación interior:** por las personas, el trabajo, la utilización inadecuada de productos químicos, los gases de combustión (tabaco, cafeterías, laboratorios) y por contaminación cruzada procedente de otras zonas poco ventiladas.
- **La contaminación exterior:** humos de escape de vehículos, gases de calderas, productos de construcción y mantenimiento y aire contaminado previamente desechado al exterior, que vuelve a entrar a través de las tomas de aire acondicionado, entre otros.

4. Propuestas de actuación

El caso de la higiene de conductos de aire acondicionado afecta a la calidad de vida de los trabajadores de empresas que, evidentemente, no deben permitirse descuidar detalles tan relevantes como la higiene de sus instalaciones, cuestión que puede comportar riesgos para la salud, con las consiguientes consecuencias económicas y de logística que implican las bajas laborales.

Estas son nuestras recomendaciones, en general, para este tipo de instalaciones:

4.1. Tratamiento en continuo

Dosificar pequeñas cantidades de ozono a través de los conductos de aire acondicionado en el recinto a tratar, de manera que el aire del interior esté en todo momento libre de microorganismos y contaminantes químicos de todo tipo, proporcionando un ambiente agradable, fresco y libre de malos olores.

Esta actuación implica asimismo la desinfección del aire proveniente de los sistemas de climatización, focos frecuentes de contaminación microbiológica.

Asimismo, se propone la realización de tratamientos de choque durante la noche, momento en el que, al no haber personas en el recinto, las dosis de ozono pueden ser superiores consiguiéndose una desinfección más completa de aire y superficies.

4.2. Control microbiológico periódico

A fin de comprobar la eficacia del tratamiento, así como la calidad del aire interior, se recomienda llevar a cabo controles microbiológicos. El aire es un reservorio importante de microorganismos, un vector que los transporta, procedentes del exterior o de la actividad desarrollada en el local, por lo que la instauración de un control microbiológico del aire constituye una herramienta de supervisión imprescindible para la prevención de riesgos de bio-contaminación.



Cosemar ozono ofrece el control microbiológico periódico como parte integral de su sistema, tanto para brindar un servicio más completo, como con el fin de llevar a cabo un control interno del correcto funcionamiento y la eficacia de nuestro sistema, procediéndose a aplicar las correcciones oportunas en caso de reflejar los resultados de las analíticas alguna inconformidad en la calidad del aire respirable en cuanto a su carga microbiológica.

A tal fin, como decíamos, se tomarán muestras de ambiente periódicamente, reflejándose los resultados en el pertinente informe, tras el estudio y evaluación de los resultados microbiológicos obtenidos de dichas muestras, que les será remitido por correo.

4.3. Puntos problemáticos. Recomendación

En nuestra larga experiencia hemos constatado que los lugares con alta ocupación o con un trasiego importante de personas constituyen puntos críticos en cuanto a contaminación microbiológica ambiental se refiere. Además, en ocasiones, surgen problemas de olores desagradables que resultan, como mínimo, molestos.

A fin de resolver estos problemas, en dichos puntos conflictivos proponemos la instalación de equipos modulares de Cosemar Ozono.

4.4. Ventajas y utilidades

Además de las ventajas que a lo largo del presente informe se han expuesto, queremos remarcar las que les pueden resultar a ustedes especialmente interesantes:

- **Desinfecta conductos y aire de los sistemas de climatización**

Con la instalación de un sistema eficaz de desinfección y desodorización como el que Cosemar Ozono ofrece, se garantiza la existencia de un ambiente libre de microorganismos entre los que puede haber agentes patógenos de diversa naturaleza. El hecho de proporcionar un aire saludable a través de los sistemas de climatización supone, en sí mismo, una ventaja a la hora de evitar bajas laborales por enfermedad, así como un incremento en el bienestar de empleados especialmente



sensibles o con problemas de salud o alergias.

- **Minimiza los riesgos de contagio de la gripe, tanto de la estacional como de la gripe A (H1N1)**

La forma de transmisión de los virus de la gripe entre seres humanos es similar a la de la gripe estacional: por vía aérea y principalmente cuando una persona con gripe tose o estornuda. Algunas veces, las personas pueden contagiarse al tocar algo que tiene el virus de la gripe y luego llevarse las manos a la boca o la nariz.

Se estima que el periodo de transmisibilidad de estos virus puede oscilar entre las 24 horas anteriores a la aparición de la sintomatología, durante todo el periodo de persistencia de los síntomas y hasta 7 días después del inicio de los mismos.

Las gotitas de saliva expulsadas al toser o estornudar por un caso de gripe pueden entrar en contacto con la boca o nariz de las personas que se encuentran cerca o depositarse en las superficies (mesas, pomos de las puertas, objetos...) permaneciendo allí hasta un máximo de 2 días, de ahí la importancia de mantener, reforzar y establecer nuevos procedimientos de medidas higiénicas, sobre todo en las zonas comunes de cualquier establecimiento.

Existen unas zonas comunes como son vestuarios, recibidores, aseos, etc., que requieren una mención especial. Si bien las medidas de higiene son importantes en todo el recinto, en estas áreas la importancia es mayor dado el elevado tránsito de personas que pasan por ellas a lo largo del día. Es conveniente extremar las medidas de higiene en las mismas.

Se puede **aumentar** la **seguridad** en estos puntos mediante el **uso de ozono** inyectado a pequeñas concentraciones en el aire ambiente durante las horas de trabajo y/o con tratamientos de choque durante las noches.

- **Supresión de ambientadores químicos**

Las personas perciben el aire como la suma de dos sensaciones difícilmente diferenciables: una olfativa y otra química o irritante, que se dan de forma simultánea frente a muchos compuestos químicos. La percepción de un olor por el ser humano genera una respuesta de tipo psico-fisiológico que justifica la importancia que en la vida diaria tiene el sentido del olfato.

Los ambientes interiores de los locales cerrados son espacios en los que, a menudo, la percepción de olores desagradables genera quejas sobre la calidad del aire.

Es habitual, cuando aparece este tipo de problema, recurrir al uso de ambientadores que palien, en alguna medida, las incomodidades y quejas que ocasionan. El principal inconveniente de estos productos (sin mencionar la pobre imagen que dan, ya que parecen proclamar la existencia del problema que se quiere encubrir) es que enmascaran el olor en cuestión sin llegar a eliminarlo, por lo que el resultado puede percibirse como algo aún más desagradable y molesto para el olfato. Además, dependiendo del ambientador y las personas a él sometidas, puede generar reacciones alérgicas por los productos químicos incluidos en su formulación.

El ozono
no camufla
el olor, lo
destruye

Con un suministro adecuado de ozono, además del ahorro en consumibles que supone al eliminar el uso de ambientadores químicos, la sensación de ambiente sano y limpio puede ser restablecida con facilidad en recintos cerrados en los que se encuentran compuestos que, sin ser nocivos en las cantidades en que se suelen hallar, influyen en la sensación de ambiente viciado y falta de oxígeno. **La acción desodorizante del ozono** no es debida a un simple efecto de camuflaje del olor, sino que se trata de una verdadera **destrucción química** de éste, al descomponerse las moléculas que lo provocan.

El ozono se revela también como oxidante de otros productos químicos muy tóxicos, como es el caso del monóxido de carbono (CO), que convierte en dióxido de carbono (CO₂) no perjudicial para la salud, o el de los plaguicidas utilizados para controlar la aparición de insectos o roedores.

El ozono, en suma, por su gran poder oxidante, destruye toda clase de olores desagradables, teniendo su mayor acción frente a los olores de procedencia orgánica (derivados de cuartos de baño, cañerías, presencia de personas, etc.)

- **Evita riesgos de alergias**

Los compuestos químicos empleados en las tareas de limpieza y desinfección, el humo de tabaco, pólenes y todo tipo de partículas que el polvo transporta, pueden llegar a suponer un gran riesgo para los trabajadores, sobre todo en el caso de grupos especialmente sensibles, como son las personas mayores o las asmáticas.

Como ya hemos explicado ampliamente, con el uso de los sistemas de desinfección de Cosemar Ozono se evitan estos riesgos, al eliminar nuestros equipos todo tipo de alérgenos: partículas nocivas, ácaros, polen y compuestos químicos tóxicos.

5. Datos toxicológicos

En cuanto a su ficha toxicológica, el ozono está clasificado únicamente como AGENTE IRRITANTE X_i en aire, no estando clasificado como carcinogénico.

Esta clasificación como agente irritante se refiere **exclusivamente a sus concentraciones en aire**, es decir, a los problemas derivados de su inhalación, que dependen de la concentración a la cual las personas están expuestas, así como del tiempo de dicha exposición.

La normativa emitida por la OMS recomienda una concentración máxima de ozono en aire, para el público en general, de 0,05 ppm (0,1 mg/m³).

Datos de toxicidad por inhalación

- TLV: 0,1 ppm
 - Recomendaciones de seguridad de la norma UNE 400-201-94: <100 µg/m³
 - Los Valores Límite Ambientales (VLA) (año 2014), establecen para el ozono límites de exposición en función de la actividad realizada, siendo el valor más restrictivo 0,05 ppm (exposiciones de 8 horas) y 0,2 ppm para periodos inferiores a 2 horas. La EPA establece un estándar de 0,12 ppm para 1 hora de exposición y la OMS propone un valor de referencia de 120 µg/m³ ó 0,06 ppm para un periodo máximo de 8 horas
-

Por otra parte, salvo que se almacene líquido a altas presiones, el ozono es generado *in situ*, no pudiendo existir escapes superiores a la producción programada en los generadores, ya que estos únicamente producen el gas, no lo acumulan. Los valores para producir efectos agudos letales son muy altos, de 15 ppm, concentraciones prácticamente inalcanzables en tratamientos convencionales.

Disuelto **en agua, el ozono resulta completamente inocuo**, dado que su acción sobre la materia orgánica provoca su rápida descomposición. De hecho, **el ozono se encuentra autorizado como coadyuvante en el tratamiento de aguas potables** según la resolución de 23 de Abril de 1984 del Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE Núm. 111 de 9 de Mayo del mismo año), estando asimismo reconocido como desinfectante en la potabilización de aguas por la norma UNE-EN 1278:1999.

En palabras textuales de la norma española:

El ozono se auto-descompone en el agua. Por tanto, a las dosis habitualmente aplicadas, no se requiere generalmente ningún proceso de eliminación. [...]

Asimismo, el real decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, incluye el ozono como *sustancia para el tratamiento del agua*, ya que cumple con la norma UNE-EN correspondiente y en vigencia (incluida en el Anexo II del RD, *normas UNE-EN de sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano*: UNE-EN 1278:1999- Ozono).

En el *Codex Alimentarius*, el ozono viene definido por tener un uso funcional en alimentos como agente antimicrobiano y desinfectante, tanto del agua destinada a consumo directo, del hielo, o de sustancias de consumo indirecto, como es el caso del agua utilizada en el tratamiento o presentación del pescado, productos agrícolas y otros alimentos perecederos.

6. Normativa

- **Directiva 98/8/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de febrero de 1998 relativa a la comercialización de biocidas, en cuyo Anexo V se especifica la inclusión del ozono en el *Grupo principal 1*: desinfectantes y biocidas generales, dentro del *Tipo de producto 2*: desinfectantes utilizados en los ámbitos de la vida privada y de la salud pública y otros biocidas (PT02), así como en el *Tipo de producto 5*: Desinfectantes para agua potable (PT05).
- **Real Decreto 865/2003**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- **NTP 538 del INSHT**, legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones de suministro de agua.
- **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- **Norma española UNE-EN 1278:1999** de productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada a consumo humano: Ozono, transposición de la Norma Europea EN 1278 de Septiembre de 1998.
- **Norma española UNE 400-201-94**, recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire.
- **INSHT**. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014. Página 92.
- **Real Decreto 168/1985**, de 6 de febrero, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.