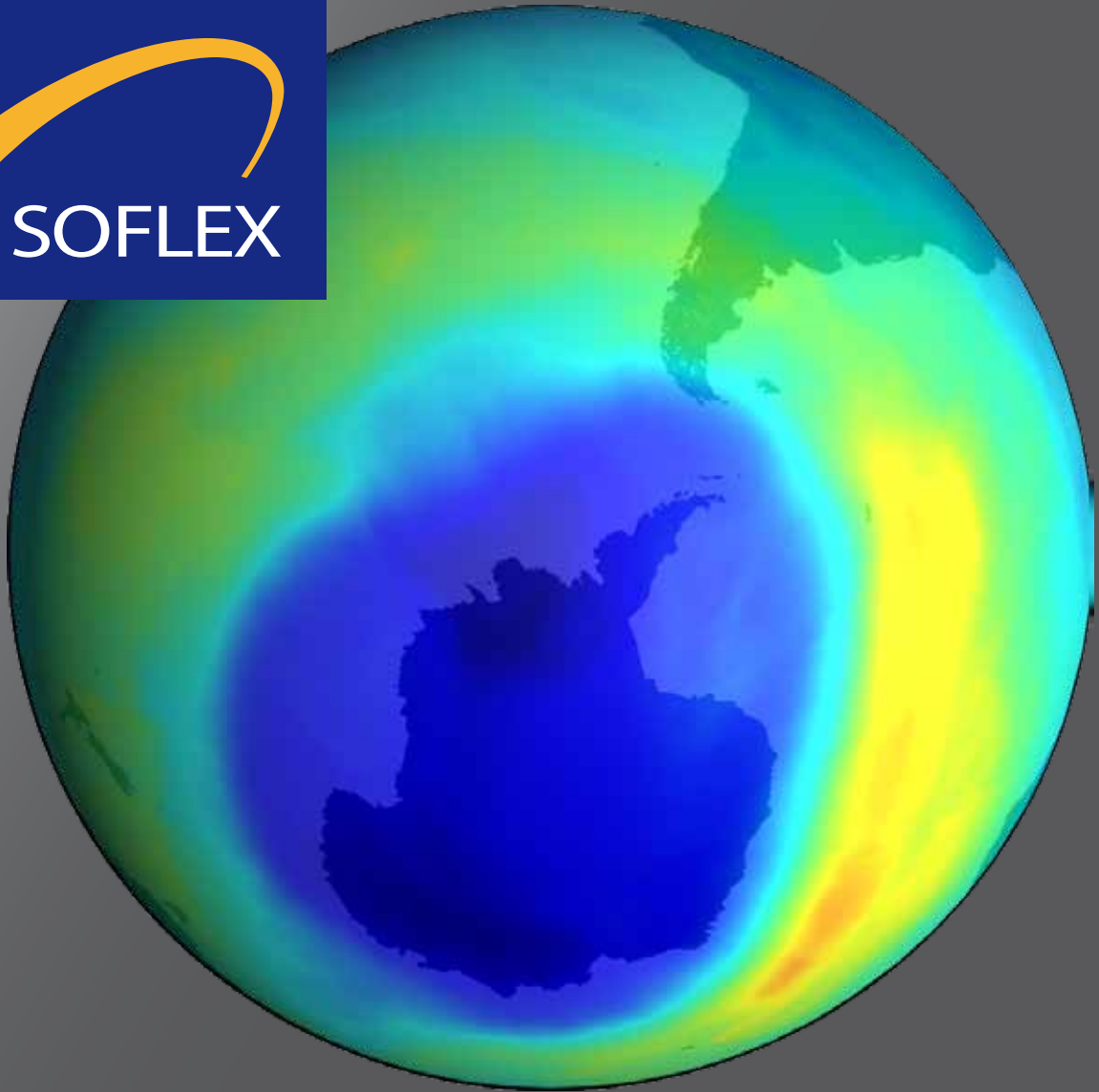


OZONO : Riesgos para la Salud y Medidas Preventivas



Guía EH38 de la Directiva de Seguridad e Higiene

Esta Guía ha sido redactada por la Ejecutiva de Seguridad e Higiene en el trabajo. Además de aconsejar esta o cualquier otra publicación de la Ejecutiva disponibles en St High's House, Stanley Precinct, Bootle, Merseyside L20 3QY, o en las Oficinas de Área de la HSE (Ejecutiva Seguridad e Higiene).

Esta guía está publicada bajo 5 encabezamientos: Médico, Higiene Medioambiental, Seguridad Química, Planta y Maquinaria y General.

INTRODUCCION

1. Esta guía contiene información de los principales riesgos a para la salud del ozono y sus potenciales fuentes de exposición, así como un consejo general sobre medidas preventivas, técnicas de control y requisitos legales.

2. El ozono, O₃, es un gas tóxico que posee un distintivo olor y es un componente constitutivo de la atmósfera terrestre. El ozono se produce de forma deliberada para distintos objetivos industriales y se produce también de forma natural partiendo del oxígeno siempre que se produce una radiación ultra-violeta o descargas eléctricas, como por ejemplo a altas altitudes o por la acción de un relámpago. No es probable que estos sucesos naturales produzcan concentraciones peligrosas para el hombre.

3. Debido a su fuerte tendencia a descomponerse y liberar oxígeno, el ozono es extremadamente reactivo y con un gran poder como agente oxidante, por lo que reacciona como explosivo al contacto con aceite o grasa. Sin embargo puede usarse con seguridad en la industria. Por ejemplo, se emplea como bactericida y algicida ya que descompone fácilmente materia orgánica.

4. El ozono por sí mismo es un gas azul distinguible (bp – 111.9°C) y es aprox. 1,5 veces más pesado que el aire (densidad 2.144g/l). El ozono se emplea como “aire ozonizado”, un gas con color producido cuando el ozono es producido de parte de oxígeno en aire (ver párrafo 13). El ozono no es almacenable o transportable en recipientes ya que se descompone espontáneamente en presencia de impurezas oxidantes, humedad y superficies sólidas. La tasa de descomposición se incrementa con la temperatura.

5. Las concentraciones en el ambiente de nuestra atmósfera inmediata varían en función de la estación, condiciones meteorológicas, altitud y humedad.

EFFECTOS DEL OZONO

6. Concentraciones bajas de ozono tienen un efecto relevante en textiles, tejidos, tintes orgánicos, metales, plásticos y pinturas y causa la característica rotura del caucho pensionado, comúnmente denominada “weathering”. Unas pocas sustancias, sin embargo son resistentes al efecto oxidante del ozono. Estos incluyen el vidrio y algunos aceros inoxidable.

7. La gran toxicidad del ozono ha sido identificada por el hombre desde hace mucho tiempo y está bien documentada¹⁻⁸. Los efectos sintomáticos y clínicos del ozono en distintas concentraciones se recoge en la Tabla 1. El ozono irrita las membranas mucosas de los ojos y las vías respiratorias, y en grandes concentraciones puede causar un edema pulmonar.

8. Es posible que haya efectos secundarios del ozono caracterizados por un defecto en la disociación del oxígeno de la oxihemoglobina en el tejido fino. Incluso en niveles de exposición de ozono de 0.1ppm, puede resultar en un envejecimiento prematuro si la exposición es lo suficientemente prolongada.

LIMITES DE EXPOSICIÓN

9. Seguridad e Higiene en el trabajo “Act 1974” requiere a cada empleado a asegurar, tanto como sea posible, la salud de sus empleados y otros que pudiesen verse afectados por el trabajo que él desempeña. El “Act” también emplaza las obligaciones en lo referente a seguridad e higiene a los propios empleados. Las “The Factories Act 1961” a los ocupantes de las fábricas a tomar todas las medidas necesarias para proteger a los empleados frente a la inhalación de los gases. La política general adoptada por la Ejecutiva de Seguridad e Higiene es que la exposición a sustancias peligrosas debería mantenerse al mínimo nivel posible y en cualquier caso la exposición debería mantenerse dentro de los estándares publicados mediante la aplicación de controles de ingeniería u otras técnicas de control adecuadas. La Ejecutiva de Seguridad e Higiene publica en guías de la serie RH, información sobre los límites de exposición aplicadas en la UK.

10. El límite recomendado de exposición de ozono es de 0.1ppm (0.2mg/m³) calculado como una concentración ponderada de 8 horas. Existe también un límite de exposición a corto plazo para el ozono de 0.3ppm (0.6mg/m³) calculado como una concentración ponderada de 15 minutos.

FUENTES DE EXPOSICIÓN

11. El ozono se produce usando radiación ultra-violeta o descargas eléctricas ya sea intencionadamente con el propósito de un proceso específico o casualmente al producir. Es una sustancia inestable pero su tasa de descomposición varía ampliamente de acuerdo con la temperatura y la humedad. Una producción de ozono determinada puede ser apenas perceptible señal en una habitación de trabajo en un día de atmósfera húmeda, mientras que en un día seco puede crear una concentración indeseable.

PRODUCCIÓN INTENCIONADA

12. A menudo se produce el ozono inintencionadamente por una descarga eléctrica seca en aire. Son poco comunes en la práctica métodos alternativos como el bombardeo de aire con radiación ultra-violeta o ionizante, o electrolisis de ácido sulfúrico enfriado.

13. Hay básicamente tres tipos de generadores de ozono en uso, trabajando a:

(a) Presión atmosférica – típicamente una caja a través de la cual se pasa el material a ser tratado con ozono, y en la cual se inicia una descarga eléctrica en el aire mediante el uso de electrodos metálicos. Este sistema se usa a menudo para el tratamiento superficial de film plástico.

(b) Presión reducida – se encuentra en plantas de desinfección de piscinas donde se hace pasar aire secado a través de tubos de cristal a lo largo de los cuales se da la descarga eléctrica. La presión reducida se genera por una corriente lateral desde el agua circulante de la piscina formando un vacío Venturi.

(c) Presión positiva – se encuentra en plantas de tratamiento de agua potable y en general en la industria. Se hace pasar aire secado a través de unos tubos de cristal sobre los cuales se realiza una descarga eléctrica y este aire ozonizado emerge a presión positiva.

14. Los procesos para los cuales se produce el ozono se señalan abajo.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL

15. Varios tipos de industrias que manufacturan o utilizan embalajes de plástico en sus distintas formas hacen uso del ozono para pre-tratar la superficie del plástico justo antes de su impresión.

DESCARGAS ELÉCTRICAS

16. El ozono se produce generalmente en un equipo de alto voltaje y por descargas eléctricas en procesos específicos como por ejemplo:

(a) Soldadura por arco – metales reactivos como el aluminio y el titanio, así como el acero inoxidable son soldados por arco dentro de un blindaje de argón o dióxido de carbono. La intensa radiación desde el arco produce cantidades significativas de ozono.

(b) Eliminadores estáticos - se emplean a menudo en la industria para eliminar la carga estática en artículos de plástico recién moldeados, y de forma continua se emplean en habitaciones pobremente ventiladas que podrían conllevar a un irritante nivel de ozono por encima de los límites de exposición recomendados. El factor principal que determina la cantidad de ozono producida es el voltaje a través de las placas colectoras; cuanto mayor es el voltaje, mayor es la cantidad de ozono producida.

(c) Precipitadores electrostáticos – se usan para eliminar la suciedad y algunos contaminantes transportados por aire, produciendo también ozono. Se produce más ozono si hay bordes toscos o afilados como por ejemplo piezas nuevas de metal ya que se producen intensos gradientes de voltaje locales.

VENTILACIÓN

17. Aquellas áreas en las que el ozono pueda escaparse debe equiparse de una ventilación adecuada e instalaciones de extracción. En estancias de plantas de ozono se recomiendan 10 cambios del aire de la sala por hora para poder dispersar acumulaciones de gas en pocos minutos.

18. Debería evitarse la entrada de ozono en salas de trabajo mediante el uso de cámaras de escape situadas cerca de las fuentes de emisión. El ozono por tanto debería hacerse pasar por filtros adecuados antes de descargarlo en un lugar seguro al aire libre. En el caso de ozonizadores funcionando bajo presión negativa, el proceso actúa como su propia cámara de escape de gas. En el caso de ozonizadores de presión atmosférica, es necesaria una ventilación del local efectiva ya que los ozonizadores no están cerrados. Las lámparas de proyección de los cines no deberían presentar ningún riesgo si se les provee de una adecuada ventilación con cámara de escape mecánica ajustada a la carcasa de la lámpara y el gas contaminado se conduce a un lugar seguro. Muchos procesos que producen casualmente ozono (por ej. soldadura, tintas de cura ultra-violetas) tendrán sistemas de ventilación para tratar con otros problemas del proceso.

SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

19. Para asegurar que la planta y los procesos funcionan y se controlan correctamente para reducir el riesgo para la salud, es necesario instalar y mantener sistemas satisfactorios de seguridad para el trabajo mediante un entrenamiento y una supervisión adecuados.

20. Todo el personal de la planta de ozono debería ser formado en todos los aspectos del trabajo con ozonizadores y equipos asociados, así como debería entrenarse en los procedimientos de emergencia y primeros auxilios. Deberían prepararse planes de acción de emergencia para todos aquellos sitios en los que se produce ozono

deliberadamente en cantidades potencialmente peligrosas.

21. Se debe tener especial cuidado cuando se abran zonas selladas para labores de mantenimiento. Debería consultarse la Guía GS510 para consejos detallados sobre sistemas permitidos de trabajo y precauciones a tomar para la entrada en espacios confinados.

22. Solo personal específicamente autorizado debería trabajar en plantas de ozono. Dichas personas deberían estar formadas y ser competentes para desempeñar el trabajo de un modo seguro. Para trabajos de mantenimiento o reparación del ozonizador, el transformador del ozonizador debe estar aislado y desconectado, así como debe solicitarse un permiso para el trabajo de modo que se eviten los riesgos del ozono y de descargas eléctricas.

23. Los materiales de limpieza usados para la limpieza de las unidades de ozono y sus canalizaciones deben estar libres de grasas o aceites.

24. En caso de producirse una fuga de ozono no se debería intentar re-arrancar la planta hasta que la fuente de la fuga haya sido investigada y solucionada. No se considera satisfactoria la detección de fugas por el olor porque incluso fugas ligeras causan la insensibilización del sentido olfativo y llevan a la falsa conclusión de que la fuga ya no existe.

25. Se deben situar señales adecuadas de advertencia de presencia de gases potencialmente tóxicos en los accesos a la planta de ozono o en en los pasillos que llevan a la sala de la planta de ozono.

SEGUIMIENTO

26. Se deben emplear detectors de ozono para advertir de forma sonora y visual las fugas de ozono. Estas mismas señales de alarma se deben emplear para iniciar procedimientos de emergencia, o para activar automáticamente el sistema de ventilación de la sala y apagar el ozonizador. Son esenciales equipos que muestren la proporción ozono en aire en plantas donde los ozonizadores y equipos asociados funcionan bajo presión positiva ya que el riesgo de fuga de ozono es mayor. Los equipos de muestra en estas situaciones deben actuar de forma automática apagando el ozonizador con 0.3ppm o menos, mientras que debe haber alarmas activas a 0.1ppm o menos.

27. Se pueden detectar y localizar fugas menores de ozono mediante papel húmedo de almidón/ioduro de potasio que se vuelve azul con la exposición al ozono.

28. Es esencial llevar a cabo test regularmente y calibraciones de todos los sensores empleados.

EMISIONES

29. El proceso de liberación de gases a la atmósfera debería pasar a través de un equipo destructor de ozono o ser liberado de modo que no represente ningún peligro. Un destructor de ozono es un filtro catalizador que provoca la descomposición del ozono a oxígeno de una manera controlada. Si se proveen los puntos de descarga con una dilución adecuada puede ser no necesario el destructor de ozono. Si un lecho catalizador, por ejemplo de carbón activo, se emplea como destructor de ozono es posible que el lecho pueda ser agotado durante un periodo de funcionamiento y esto debe ser tenido en cuenta cuando se programan las labores de mantenimiento.

30. Para la descarga de chimeneas no se recomiendan las tapas de chimeneas (empleadas para evitar que entre agua de lluvia) ya que estas entorpecen la dispersión. Se recomienda la descarga vertical de pilas con una velocidad de descarga de 15-20m/s para ayudar a la dispersión y evitar la re-circulación dentro del edificio. Los conductos de ventilación de chimeneas y de extracción deben situarse cuidadosamente de forma que no tomen

aire de ventilación nuevo.

31. El control de la entrada de ozono a un proceso es crucial ya que un exceso de ozono puede acarrear altos niveles de liberación de ozono.

32. Bajo ninguna circunstancia deben entrar en contacto con concentraciones mayores de 20g/m^3 con filtros de carbón activo, ya que la reacción puede llegar a ser auto-acelerada y conllevar una explosión. La desconexión automática es una medida de seguridad frente a este riesgo.

PRIMEROS AUXILIOS

33. Si una persona se ve afectada por el ozono se deben adoptar las siguientes precauciones:

(a) Retire al paciente a una atmósfera templada no contaminada y desapriete la ropa del cuello y cintura.

(b) Mantenga al paciente en reposo.

(c) Si el paciente tiene dificultad al respirar, se deberá suministrarle oxígeno mediante un equipo apropiado y un operario entrenado.

(d) Si la respiración es débil o ha cesado, se deberá iniciar la respiración asistida. Se prefieren los métodos boca a boca o boca a nariz.

(e) Busque asistencia médica.

34. La intoxicación con ozono debe tratarse sintomáticamente. Debería incluir reposo, analgésicos para contrarrestar el dolor y antibióticos prescritos por practicante médico.

MÉTODOS DE MUESTREO Y ANALÍTICOS

35. Las estrategias de muestreo para controlar el nivel de exposición al ozono o para evaluar el cumplimiento de los límites de exposición se deben planificar cuidadosamente, siendo la ayuda de un profesional en higiene realmente útil. Muestreos a corto plazo pueden emplearse para identificar picos de exposición y ayudar en la prevención de accidentes de asfixia aguda por gas. Podría no ser válido sin embargo el uso de los resultados de un muestreo para la determinación de la exposición ponderada tiempo-peso para el largo plazo. Se recomienda el muestreo atmosférico personal cuando se evalué el patrón actual y la duración de la exposición. (Existe información más detallada en la Ejecutiva de Seguridad e Higiene para el trabajo sobre los Límites de Exposición).

36. Se podría emplear el método tradicional de determinación de ozono en aire¹² pero actualmente se disponen controles continuos del ozono los cuales emplean una variedad de técnicas que incluyen la onemiluminiscencia, fotometría ultra-violeta y células electro-onemical. También existen tubos detectores de gas relativamente baratos. Estos son ideales para la comprobación de manchas producidas por los gases actuantes, como agentes oxidantes, que se conozcan como ausentes.

REQUISITOS POR LEY

37. Las obligaciones generales de los empresarios, autónomos, productores, proveedores y contratistas están recogidas en la normativa de Seguridad e Higiene en el trabajo etc Act 1974. Otras estipulaciones legales a tener en cuenta incluye Fábricas Act 1961, las Oficinas, Tiendas y Ferrocarril Premisas Act 1963 y las distintas regulaciones y órdenes bajo estos Acts. A continuación se adjunta un breve resumen de los requisitos principales con

respecto a los riesgos potenciales del ozono frente a la salud:

(a) Seguridad e Higiene en el trabajo etc Act 1974.

s.2 & 3 obligaciones generales de los empresarios y autónomos

s.6 obligaciones generales de los productores

s.7 obligaciones generales de los empleados

(b) Fábricas Act 1961

s.4 regulación de ventilación

s.30 gases peligrosos

s.63 eliminación de las partículas de las emisiones

(c) Oficinas, Tiendas y Ferrocarril: Premisas Act 1963

s.7 regulación de ventilación

(d) Regulaciones 1960 de Construcción Naval y Reparación de Barcos – Regulación 53

Regulaciones Fundiciones Hierro y Acero 1953 – Regulación 7

Regulaciones 1962 Metales No-Ferrosos (Fundición) – Regulación 11

Regulaciones 1944 Especiales sobre Electricidad (Act Fábricas)

Regulaciones 1980 sobre la Notificación de Accidentes y Sucesos Peligrosos

Regulaciones 1981 sobre Salud e Higiene (Primeros Auxilios).

Tabla 1: Efectos del ozono

Concentración ppm Descripción de los efectos

- 0.003-0.01 Umbral de percepción olfativa por promedio por persona en aire limpio.
- 0.02-0.04 Promedio representativo de concentraciones totales de oxidante en la mayoría de las ciudades de los EEUU en 1964. Aprox. 95% de los oxidantes es ozono.
- 0.1 Límite recomendado de exposición. A menudo experimentada irritación de ojos, nariz y garganta.
- 0.2-0.5 Reducida adaptación a la oscuridad y alteración del equilibrio del músculo extra-ocular: ocurre tras varias horas de exposición.
- 0.5 A veces se producen náuseas y dolor de cabeza. Exposiciones prolongadas pueden producir edema pulmonar y propiciar la susceptibilidad frente a infecciones respiratorias (ambas bacterianas y virales).
- 1.0 10 minutos de exposición reduce la tasa de desaturación de oxy-hemoglobina al 50%.
- 1-2 Exposición crónica (un año 6 horas al día) ha resultado en bronquiolitis y bronquitis en animales. 2 horas de exposición pueden causar dolores de cabeza, de pecho y sequedad de las vías respiratorias así como una reducción del 20% en capacidad de tiempo vital del pulmón.
- 1.5-2 Exposición de 2 horas resulta en tos, dolor sub-renal y esputo excesivo.
- 5-25 Experimentalmente se ha visto que 3 horas de exposición a 12ppm fue mortal para ratas y 25ppm letal para cerdos de Guinea. Humanos (soldadores) expuestos a 9ppm desarrollaron edemas pulmonares. La radiografía de su pecho era normal en 2-3 semanas, pero en 9 meses más tarde todavía mostraba fatiga y disnea externa (respiración dificultosa).
- 50 30-minutos de exposición puede ser fatal.



Contacto

Dirección: Centro Comercial Plaza La Trinidad, Nivel 1, Oficina L21-A, Calles Urape con San Rafael. Urbanización Lomas de la Trinidad. Municipio Baruta, CP 1080, Caracas, Venezuela.

Teléfonos: +58 212 9413386

Telefax: +58 212 9430143