



Documentación

NTP 607: Guías de calidad de aire interior: contaminantes químicos

Valeurs guide pour la qualité de l'air interieur
Indoor air quality guidelines

Redactores:

José Bartual Sánchez
Doctor en Ciencias Químicas

M^a José Berenguer Subils
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

El tema de la calidad del aire en interiores ha sido objeto de varias Notas Técnicas de Prevención, en las que se tratan diferentes aspectos de esta temática. El objetivo de esta NTP es orientar sobre la disponibilidad de valores de referencia que puedan ser utilizados como guía para la evaluación de la calidad del aire en ambientes interiores.

Introducción

La evaluación de la calidad del aire en ambientes interiores y la gestión de la mejora de esta calidad pueden facilitarse mediante el establecimiento y aplicación de guías o estándares, en forma de conjuntos de valores de referencia, al igual que se hace en relación con la calidad del aire exterior o la del aire de los ambientes laborales.

Las guías deberían tener la forma de concentraciones recomendadas para contaminantes en aire, estando cada concentración referida a un tiempo promedio de exposición y acompañada de consejos para su medición. Las guías deberían ser aplicables a cualquier ambiente interior no ocupacional y servir de ayuda al desarrollo de regulaciones y estándares para los edificios, incluidos escuelas, hospitales y servicios en general. Conviene que las guías sean consideradas como recomendaciones. En esencia, un valor guía debería representar un nivel de concentración que, cuando se exceda, aconseje emprender acciones para asegurar su reducción en el local o edificio afectado. Este valor debería ser considerado como un dato diana que asegure, en la mayoría de circunstancias y para la mayoría de individuos, la ausencia de efectos perjudiciales sobre la salud.

El establecimiento de valores guía debería facilitar, también, mediante la utilización de modelos, el establecimiento de estándares de emisión para ayudar al control de la contaminación en la fuente.

Consideraciones al establecimiento de guías

El establecimiento de guías o estándares para aire interior presenta ciertas complicaciones y dificultades. En efecto, por varias razones, el ambiente en los interiores no es tan fácil de someter a reglamentación como la calidad del aire exterior o la contaminación en los

lugares de trabajo. Entre las cuestiones prácticas que previamente deberían ser consideradas en relación con el establecimiento de estas guías pueden incluirse preguntas tales como:

- ¿Dónde serán de aplicación las guías? (domicilios, oficinas, escuelas, edificios públicos, vehículos, etc.).
- ¿Cuál es la base a utilizar para el establecimiento de la guía? (criterios de salud, criterios de confort).
- ¿Qué es lo que las guías deberían intentar "proteger"?
- ¿Quién debería ser responsable de controlar y regular los contaminantes de los ambientes interiores de acuerdo con las guías?
- ¿Cuáles podrían ser las implicaciones legales? (por ejemplo, entre inquilinos y propietarios caso de incumplimiento de las guías)
- ¿Podrían ser los valores guía los mismos que los establecidos para concentraciones exteriores del mismo contaminante o podrían ser los que se utilizan en los lugares de trabajo?

En la actualidad no existen guías específicas recomendadas para calidad del aire en interiores de aceptación general. En la práctica se toman a menudo como referencia los valores documentados para ambientes laborales, para aire exterior o, posiblemente los más adecuados, para calidad de aire en general. A continuación se comentan las características de los valores de referencia más utilizados.

Criterios de valoración higiénicos

Los criterios que utiliza la Higiene Industrial tienen aplicación en ambientes industriales donde la exposición de los trabajadores a contaminantes químicos puede ser elevada y, en consecuencia, de efectos adversos muy importantes.

Los estudios epidemiológicos de incidencia y/o prevalencia de enfermedades neoplásicas, respiratorias o alérgicas en la población en general cada vez tienen más en consideración la historia laboral de los individuos investigados. Por citar tan sólo un aspecto, aunque no sea demostrable, por la gran variedad de situaciones industriales y compuestos involucrados, en conjunto se estima que un porcentaje de alrededor de un 5% de enfermedades que causan la muerte de los pacientes de la población general tiene un origen laboral.

Toda la amplísima experiencia acumulada en el ámbito laboral, adquirida en situaciones potencial o realmente muy agresivas, constituye la razón de fondo de que la Higiene Industrial y, de un modo genérico, la protección de la salud de los trabajadores frente al riesgo de intoxicación en sus puestos de trabajo sea y haya sido una fuente de información básica en el estudio de intoxicaciones medioambientales y no laborales, que, en general, tienen su origen en situaciones menos agresivas que las industriales.

Como criterios de valoración higiénica, en los ambientes de trabajo, en España son de aplicación los valores límite ambientales (VLA) adoptados como límites de exposición profesional (LEP) por el INSHT. Estos valores son del mismo tipo que los criterios técnicos tipo Threshold Limit Values (TLV) de la American Conference of Governmental Industrial

Hygienists (ACGIH) de Estados Unidos así como de otros valores límite establecidos en diferentes países. Todos ellos están dirigidos a una población adulta en condiciones de trabajar y son válidos para unos tiempos de exposición concretos, por tanto no se pueden aplicar directamente a la población general en ambientes interiores sin efectuar una adaptación a las distintas condiciones de exposición.

Para conseguirlo deben aplicarse factores de corrección para compensar los distintos tiempos de exposición en ambientes laborales y en ambientes interiores y las diferencias en la población expuesta en dichos ambientes en cuanto a edad y estado de salud. Por esta razón, en algunos casos, se ha propuesto aplicar a estos valores factores de corrección de 1/10 e incluso más limitativos. En efecto, en el caso de los ambientes interiores se trata de una exposición continua de 168 horas/semana, mientras que en los ambientes laborales los tiempos de exposición pueden ser cuantizados en 40 horas/semana, mediante exposición de 8 horas diarias repetidas durante 5 días consecutivos cada semana. Por tanto, un factor mínimo de corrección sería el de 40/168 correspondiente a las distintas horas de exposición semanal en cada ambiente, el cual sería insuficiente teniendo en cuenta la inexistencia de tiempo de recuperación en el ambiente interior. Por otra parte, las diferencias entre las poblaciones expuestas en los dos ambientes también aconseja un factor de corrección adicional que varios autores estiman el 1/100.

Guías y valores límite para aire exterior

Los estándares que se refieren a la calidad del aire exterior tienen como finalidad la protección de la población en general frente a los efectos adversos sobre la salud o a las molestias resultantes de la exposición a contaminantes ambientales y sólo consideran aquellos compuestos que pueden estar presentes, de forma habitual, en el aire exterior. La EPA (Environmental Protection Agency de EE.UU.) ha propuesto unos valores, ampliamente reconocidos, que, a menudo, son tomados como referencia para definir la calidad del aire exterior que puede utilizarse para la ventilación de un edificio.

La EPA establece dos tipos de estándares para la calidad del aire: Los estándares primarios, que fijan límites destinados a proteger la salud pública, incluyendo a la población más sensible tal como asmáticos, niños y ancianos, y los estándares secundarios que fijan límites para proteger el bienestar de la población y que, también, incluyen protección frente a una disminución de la visibilidad, daños a los animales, cosechas, vegetación y edificios.

En la **tabla 1** se relacionan los estándares de calidad de aire propuestos por EPA que incluyen a los seis contaminantes principales del aire exterior.

En nuestro país los RR.DD. 1494/95 y 1073/2002 definen y establecen valores límite para la protección de la salud para una serie de compuestos presentes en el aire ambiente, así como unos márgenes de tolerancia aplicables hasta la entrada en vigor de estos valores, que se recogen en la **tabla 2**.

TABLA 1
Estándares de la EPA de calidad de aire

| Contaminante | Tiempo | Valor del estándar | Tipo de estándar |
|---|------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Monóxido de carbono (CO) | 8 horas promedio | 9 ppm (10 mg/m ³) | Primario |
| | 1 hora promedio | 35 ppm (40 mg/m ³) | Primario |
| Dióxido de nitrógeno (NO ₂) | Media aritmética anual | 0,053 ppm (100 µg/m ³) | Primario y secundario |
| | | | |

| | | | |
|--|------------------------|---|-----------------------|
| | 1 hora promedio | 0,12 ppm (235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Primario y secundario |
| Ozono (O_3) | 8 horas promedio | 0,08 ppm (157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Primario y secundario |
| Plomo (Pb) | Promedio cuatrimestral | 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Primario y secundario |
| Partículas (PM 10) Partículas con diámetro de 10 micras o menos | Media aritmética anual | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Primario y secundario |
| | 24 horas promedio | 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Primario y secundario |
| Partículas (PM 2,5) Partículas diámetro de con 2,5 micras o menos | Media aritmética anual | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Primario y secundario |
| | 24 horas promedio | 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Primario y secundario |
| Dióxido de azufre (SO_2) | Media aritmética anual | 0,03 ppm (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Primario |
| | 24 horas promedio | 0,14 ppm (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Primario |
| | 3 horas promedio | 0,50 ppm (1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Secundario |

TABLA 2
Valores límite para contaminantes presentes en aire ambiente

| Contaminante | Periodo de promedio | Valor límite | Margen de tolerancia |
|--|---------------------|---|---|
| Dióxido de azufre | 1 hora | 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil. | 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005 |
| | 24 horas | 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil. | Ninguno |
| Dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno | 1 hora | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil. | 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010 |
| | 1 año civil | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 . | 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010 |
| Partículas (PM_{10}) (Fase I) | 24 horas | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} . Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año. | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005 |
| | 1 año civil | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} . | 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005 |
| Partículas (PM_{10}) (Fase II) | 24 horas | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} . Que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año. | Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la fase I. |
| | 1 año civil | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} . | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 1 de enero de 2005, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta al canzar el valor límite el 1 de enero de 2010 |
| Plomo | 1 año civil | 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. | 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005. 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en las inmediaciones de fuentes específicas, notificadas, |

| | | | |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| | | | reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010. |
| Benceno | Año civil | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada doce meses 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010 |
| Monóxido de carbono | Media de 8 horas máxima en un día | 10 mg/m^3 . | 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada doce meses 2 mg/m^3 , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005. |
| Ozono | Valor medio en 8 horas | 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. | - |

Guías de calidad del aire

La OMS (Organización mundial de la salud) ha preparado unas Guías para la Calidad del Aire (1999) como respuesta a la necesidad de emprender acciones y mejorar la legislación y la gestión respecto a la contaminación ambiental a nivel local, regional y nacional.

Estas guías proporcionan una base para proteger la salud pública de los efectos adversos de la contaminación ambiental, y para eliminar o reducir a un mínimo los contaminantes que se sabe son peligrosos para la salud humana y el bienestar. El objetivo de las Guías de calidad del aire es proporcionar información básica y orientación a los gobiernos para tomar decisiones de gestión de estos riesgos, particularmente para establecer estándares legales en el contexto del entorno existente y de las condiciones, sociales, económicas y culturales.

Los valores de las guías de la OMS son niveles de contaminación del aire por debajo de los cuales la exposición de por vida o la exposición durante un tiempo medio dado no constituye un riesgo significativo para la salud; superarlos brevemente no significa que el efecto adverso se produzca automáticamente, pero sí se incrementa el riesgo de tales efectos.

Estos valores están basados en datos epidemiológicos y toxicológicos y se deducen de la relación exposición - respuesta característica de cada contaminante, utilizando los conceptos de "Nivel sin efecto adverso observado" - "Nivel sin efecto observado" (NOAEL - NOEL) y de "Nivel con efecto adverso observado más bajo" - "Nivel con efecto observado más bajo" (LOAEL - LOEL) a los que se aplican factores de seguridad en función de la incertidumbre de los datos. Para aquellos contaminantes que no presentan un umbral para el efecto sobre la salud, como es el caso de cancerígenos y mutágenos, los valores se deducen de la correspondiente relación exposición - riesgo. Cuando se trata de considerar los efectos para la salud de la contaminación del aire, no importa si el contaminante se está inhalando en un interior o al aire libre, aunque el perfil de la contaminación normalmente existente en uno u otro caso sea diferente. Por este motivo, los valores de la Guía de la OMS para calidad de aire son también una importante referencia para su aplicación al aire de ambientes interiores, en los cuales las personas pasan la mayor parte del tiempo. No obstante, estos valores no tienen en cuenta los posibles efectos de la exposición combinada a varios contaminantes.

En las **tablas 2, 3 y 4** se recogen los valores contenidos en las Guías. En la **tabla 2** se relacionan los valores correspondientes a los contaminantes considerados como "clásicos" en aire mientras que en las **tablas 3 y 4** se relacionan los valores de referencia para compuestos orgánicos e inorgánicos en aire, según sus efectos no cancerígenos y cancerígenos, respectivamente, que incluyen algunos compuestos importantes desde el punto de vista de la contaminación en interiores.

TABLA 3
Valores guía para "contaminantes clásicos", según la OMS, basados en efectos conocidos para la salud

| Compuesto | Punto final sobre la salud | Valor guía ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Tiempo de exposición |
|----------------------|---|---|----------------------|
| Dióxido de azufre | Cambios en la función pulmonar en asmáticos. | 500 | 10 minutos |
| | Aumento de los síntomas respiratorios en individuos sensibles | 125 | 24 horas |
| | | 50 | 1 año |
| Dióxido de nitrógeno | Ligeros cambios de la función pulmonar en asmáticos | 200 (0,1 ppm) | 1 hora |
| | | 40 (0,02 ppm) | 1 año |
| Monóxido de carbono | Nivel crítico de COHb <2,5% | 100.000 (90 ppm) | 15 minutos |
| | | 60.000 (50 ppm) | 30 minutos |
| | | 30.000 (25 ppm) | 1 hora |
| | | 10.000 (10 ppm) | 8 horas |
| Ozono | Respuestas de la función respiratoria | 120 | 8 horas |
| Plomo | Nivel crítico de Pb en sangre <100-150 μg Pb/l | 0,5 | 1 año |

TABLA 4.
Valores guía para compuestos no cancerígenos, según la OMS, basados en efectos conocidos para la salud

| Compuesto | Punto final sobre la salud | Valor guía ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Tiempo promedio |
|-------------------------|---|---|-----------------|
| Ácido acrílico | Lesiones nasales en ratones | 54 | 1 año |
| Acetaldehído | Irritación en humanos | 2.000 | 24 horas |
| | Irritación relacionada con la carcinogenicidad en ratas | 50 | 1 año |
| Acroleína | Irritación ocular en humanos | 50 | 30 minutos |
| 2-Butoxietanol | Hemotoxicidad en ratas | 13100 | 1 semana |
| Cadmio | Efectos renales en la población | 5×10^{-3} | 1 año |
| 1,4-diclorobenceno | Aumento de peso del órgano y en las proteínas urinarias | 1.000 | 1 año |
| Diclorometano | Formación de COHb en sujetos normales | 3.000 | 24 horas |
| Diesel (emisiones) | Inflamación alveolar crónica en humanos | 5,6 | 1 año |
| Etilbenceno | Aumento de peso del órgano | 22.000 | 1 año |
| Estireno | Efectos neurológicos en trabajadores | 260 | 1 semana |
| Fluoruros | Efectos sobre el ganado | 1 | 1 año |
| Formaldehído | Irritación en humanos de nariz y garganta | 100 | 30 minutos |
| Manganeso | Efectos neurotóxicos en trabajadores | 0,15 | 1 año |
| Metacrilato de metilo | Cambios degenerativos en el epitelio olfativo de roedores | 200 | 1 año |
| Mercurio, inorgánico | Efectos sobre el túbulo renal en humanos | 1 | 1 año |
| Monoclorobenceno | Disminución del apetito, aumento del peso del órgano, lesiones y cambios en los parámetros sanguíneos | 500 | 1 año |
| Sulfuro de carbono | Cambios funcionales en el SNC de trabajadores | 100 | 24 horas |
| Sulfuro de hidrógeno | Irritación ocular en humanos | 150 | 24 horas |
| Tetracloroetileno | Efectos sobre el riñón en trabajadores | 250 | 24 horas |
| Tetracloruro de carbono | Hepatotoxicidad en ratas | 6,1 | 1 año |
| Tolueno | Efectos sobre el sistema nervioso central en trabajadores | 260 | 1 semana |
| 1,3,5-Triclorobenceno | Metaplasia e hiperplasia del epitelio respiratorio en ratas | 200 | 1 año |
| 1,2,4-Triclorobenceno | Aumento de las porfirinas urinarias en ratas | 50 | 1 año |
| Vanadio | Efectos respiratorios en trabajadores | 1 | 24 horas |
| Xilenos | Efectos sobre el sistema nervioso central en voluntarios humanos | 4.800 | 24 horas |
| | Neurotoxicidad en ratas | 870 | 1 año |

Un caso especial: radón

Dado que el radón está presente de forma natural en el medio ambiente y que, al mismo tiempo es un cancerígeno humano para el cual no existe un nivel de riesgo cero, el establecimiento de niveles de acción a partir de los cuales tomar medidas correctoras es complejo y dificultoso. Como resultado de ello, los valores existentes en distintos países son consecuencia de su problemática particular, de sus posibilidades y de la sensibilidad pública existente. Para los edificios de nueva construcción la tendencia general es recomendar el seguimiento de códigos o prácticas de construcción, adaptadas a las características de cada lugar, que limiten el nivel de radón.

Existe una Recomendación de la Comisión de 21 de febrero de 1990 relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición al radón en el interior de edificios (90/143/Euratom) de DOCE de 27.3.90. En ella se establece, por lo que respecta a los edificios ya existentes, que el nivel de referencia corresponda a un equivalente de dosis efectiva de 20 mSv por año, lo que puede considerarse, a efectos prácticos, como el equivalente de una concentración media anual de 400 Bq/m³.

El **RD 783/2001**, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, en su título VII, se refiere a las exposiciones a fuentes naturales de radiación. Concretamente a actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas. En estas actividades laborales, la autoridad competente con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear, debe requerir a los titulares de las mismas, que realicen los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en base a los resultados de los estudios citados anteriormente que le serán remitidos por la autoridad competente, definirá aquellas actividades que deban poseer dispositivos adecuados de vigilancia de las exposiciones y, cuando sea necesario, establecerá la aplicación de acciones correctoras, medidas de protección radiológica y el régimen de declaración y autorización.

En la actualidad todavía no se ha establecido por parte del CSN la relación de actividades sujetas a estudio por riesgo de exposición a fuentes de radiación natural, por lo que no se dispone de directrices de cara a la aplicación de medidas correctoras y de protección radiológica. El Reglamento indica que si se supera el límite de dosis para la población no expuesta laboralmente, que es de 1 mSv/año oficial (365 días), debería considerarse que hay riesgo de exposición a radiaciones ionizantes y en consecuencia adoptarse medidas de protección radiológica. Estas medidas estarían graduadas en función del nivel de dosis esperable (entre 1 y 6 mSv/año o superior a 6 mSv/año) y consistirían básicamente, en la evaluación de las dosis (ambientales e individuales), vigilancia específica de la salud del personal expuesto, señalización y la no presencia de embarazadas.

En consecuencia, el objetivo a lograr, será mantener la exposición siempre por debajo del límite de dosis para la población no expuesta de 1 mSv/año oficial. Ello correspondería, a tenor de la equivalencia sugerida por la Recomendación de la Comisión citada, a no sobrepasar, en promedio, los 40 Bq/m³ para una exposición continuada.

TABLA 5 **Valores guía para compuestos cancerígenos, según la OMS**

| Compuesto | Punto final sobre la salud | Unidad de riesgo ^(a) | Clasificación según la IARC ^(b) |
|--------------------------|--|---------------------------------|--|
| Acetaldehído | Tumores nasales en ratas | $(1,5-9) \times 10^{-7}$ | 2B |
| Acrilonitrilo | Cáncer de pulmón en trabajadores | 2×10^{-5} | 2A |
| Arsénico | Cáncer de pulmón en humanos expuestos | $1,5 \times 10^{-3}$ | 1 |
| Benceno | Leucemia en trabajadores expuestos | $(4,4-7,5) \times 10^{-5}$ | 1 |
| Benzo[a]pireno | Cáncer de pulmón en ratas | $8,7 \times 10^{-2}$ | 1 |
| Bis(clorometil)éter | Epiteliomas en ratas | $8,3 \times 10^{-3}$ | 1 |
| Cloroformo | Tumores de riñón en ratas | $4,2 \times 10^{-7}$ | 2B |
| Cloruro de vinilo | Hemangiosarcoma en trabajadores expuestos. Cáncer de hígado en trabajadores expuestos | 1×10^{-6} | 1 |
| Cromo (VI) | Cáncer de pulmón en trabajadores expuestos | $(1,1-13) \times 10^{-2}$ | 1 |
| 1,2-Dicloroetano | Formación de tumores en roedores | $(0,5-2,8) \times 10^{-6}$ | 2B |
| Diesel (emisiones) | Cáncer de pulmón en ratas | $(1,6-7,1) \times 10^{-6}$ | 2A |
| HAP (BaP) ^(c) | Cáncer de pulmón en ratas | $8,7 \times 10^{-2}$ | 1 |
| Humo de tabaco | Cáncer de pulmón en humanos expuestos | 10^{-3} | - |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | Carcinomas hepatocelulares en ratones | $(0,6-3,0) \times 10^{-6}$ | 3 |
| Tricloroetileno | Tumores celulares en pruebas con ratas | $4,3 \times 10^{-7}$ | 2A |

^(a) Riesgo adicional de contraer cáncer, estimado a partir de una exposición de por vida a una concentración de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del agente cancerígeno.

^(b) Internacional Agency for Research on Cancer.

^(c) HAP (BaP): Hidrocarburos aromáticos policíclicos. (Benzo(a)pireno)

Bibliografía

1. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS
2002 TLVs and Beis. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices.
ACHIH, Cincinnati, 2002.
2. COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS.
Recomendación de la Comisión de 21-2-1990 relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición a radón en el interior de edificios, (90/143/Euratom). D.O.C.E. L80, 26-28.
3. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
Guidelines for Air Quality.
WHO, Geneva, Switzerland. 2000.
4. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)
Research Triangle Park, North Carolina, USA. 1984.
5. REAL DECRETO 1494/1995, de 8 de septiembre, por el que se establece un sistema de vigilancia y de intercambio de información entre administraciones públicas en relación con la contaminación atmosférica por ozono. (BOE de 26 de septiembre).
6. **REAL DECRETO 783/2001**, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (BOE de 26 de julio).
7. REAL DECRETO 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono. (BOE de 30 de octubre).

Advertencia

© INSHT