



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1993. Vol 9(1): 23-39.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.9-1.2>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

María del Rosario Alfaro

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Contaminación en ambientes cerrados

Pollution in closed environments

*María del Rosario Alfaro*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

## CONTAMINACION EN AMBIENTES CERRADOS (Recepción del artículo-15 julio 1992)

M. del Rosario Alfaro<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Human occupants of buildings and houses produce many airborne pollutants, like carbon dioxide, particulates, volatile organic compounds and biological aerosols. Also chemicals and particles that come from human activities such as photocopying, smoking, cooking, polishing, painting, disinfecting, etc., contribute to altere the indoor air quality.

The epidemiological data indicate adverse health effects of indoor due to human occupancy and human activities inside buldings.

This paper will intent to provide a comprehensive critical review and analysis of the scientific literature.

### RESUMEN

La ocupación de las casas y edificios produce una diversidad de sustancias contaminantes, como por ejemplo: dióxido de carbono, partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles y aerosoles biológicos. También, a estos contaminantes hay que añadir sustancias químicas y partículas que son generadas por las actividades del hombre en los edificios o casas, como por ejemplo las acciones de fotocopiado, fumado, pulido, pintado y desinfección, etc.

Datos epidemiológicos indican que existen efectos adversos sobre la salud humana por la contaminación de los ambientes cerrados, debido no solo a la presencia del individuo en el interior de las edificaciones, sino también a las acciones de éste en el lugar.

La base primaria del estándar de la calidad del aire es el efecto directo de los contaminantes del aire en la salud humana, donde se entiende que "salud" es una condición normal del individuo.

El hombre de zonas urbanas o industriales se expone a diario a una gran gama de gases, partículas y vapores contaminantes, con niveles de alta toxicidad para el ser humano. Es posible que no se conozca las propiedades tóxicas de tales sustancias y por lo general no son objeto de estudio, hasta que la concentración y tiempos de exposición a dichas sustancias genera una respuesta fisiológica adversa, enfermedades manifiestas o estados antiestéticos (Crawford, 1988). Una situación similar se

---

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional.

presenta con la poca información sobre la problemática de la contaminación en lugares cerrados. Con frecuencia las puertas y ventanas se cierran para evitar el ingreso del aire exterior, pero se ignora que en ciertos centros de trabajo, en especial, existe mayor nivel de gases y partículas que se concentran y que pueden enrarecer la calidad del aire y afectar la salud del individuo.

En este artículo se presentará, de manera simplificada, la problemática de la contaminación en espacios cerrados y el como éste puede afectar no solo el rendimiento laboral del individuo sino también su estado general de salud.

## FUENTES DE CONTAMINACION

Un buen porcentaje de los ciudadanos consideran que los problemas de contaminación solo se dan en los espacios abiertos, claramente expuestos a la actividad antropogénica; sin embargo, en la actualidad existen estudios que evidencian que en ciertos espacios cerrados el deterioro de la calidad del aire puede superar los niveles externos.

El deterioro de la calidad del aire obedece en primer lugar a la introducción de diseños arquitectónicos ajenos al medio (Perry, 1992), al aire externo contaminado, a las acciones ocupacionales de los individuos que gastan hasta un 90% de su tiempo en el espacio cerrado, a los materiales de construcción, al mobiliario y al uso de sustancias químicas tóxicas sin controles adecuados.

Para los países en desarrollo el problema del diseño radica en el empleo de materiales y en sistemas de ventilación que no se ajustan, para mantener una calidad de aire adecuada para el ser humano. Ciertos materiales que hoy se emplean en la construcción de los edificios liberan al ambiente partículas que se incorporan al aire, por ejemplo el asbesto, que con frecuencia se utiliza para aislamiento térmico y acústico, ha sido identificado como generador de fibras (Proctor, 1991; Roe, 1992). También se puede citar el radón, que es un gas radiactivo, emitido por ciertos materiales de construcción (Roe, 1991). Los procesos de limpieza normales eliminan partículas de mayor tamaño, pero a menudo aumentan las concentraciones en el aire de partículas más pequeñas e irritables. Robertson (1989) indica que el cocinar, incluyendo el uso de comidas cocinadas a la plancha o en la parrilla, la quema de aceite combustible o de gas, el fumar, la quema de carbón y los fuegos de leña, también generan y liberan vapores, partículas y gases que se acumulan en los ambientes cerrados.

## CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES EN AMBIENTES CERRADOS

### 1. Gases y vapores

1.1 Sustancias químicas orgánicas: Estas constituyen más de 300 compuestos químicos. Particularmente por su uso como adhesivo está el formaldehído, que es considerado como carcinogénico (Guerin et al., 1992; Roe, 1992) y el cloruro de metileno, que aparece disfrazado en pinturas, insecticidas y fijadores. Normalmente de 50 a 300 compuestos volátiles orgánicos son encontrados en aires internos (Brown et al., 1992).

1.2 Gas radón: Este gas tiene un libre desplazamiento, desde el aire existente en el suelo hacia los espacios libres sin ventilar (Robertson, 1990). Otra de las vías de introducción de este gas son los materiales de concreto y el agua del edificio o vivienda.

1.3 Oxidos inorgánicos: El dióxido de carbono (producido por la combustión y la respiración), los óxidos de azufre y de nitrógeno (asociados con el gas de las estufas, maderas, combustión del carbón). También está el monóxido de carbono, el humo del cigarrillo y el ozono (Michel, 1991; Robertson, 1990; Roe, 1992).

## 2. Fibras:

En este punto hay que hacer referencia específica al amianto (asbestos). Amianto es la denominación genérica utilizada para designar una familia de finas fibras inorgánicas. Por su estabilidad térmica y su resistencia química, sus propiedades de aislamiento eléctrico y su alta fuerza tensil tiene gran cantidad de aplicaciones en los países en vías de desarrollo, pese a los inconvenientes descubiertos para la salud humana (Hoskins et al., 1992). En relación con la contaminación del aire, las principales emisiones proceden del polvo generado por las fibras del frenado de los automóviles (26%), de la fabricación de cemento de amianto en las obras (20%), de la fabricación de materiales de freno y fricción (13%), del derribo de edificios y trituración de escombros (12%) y del polvo de frenos en los garajes (16%) (Ripapt, 1990). El amianto es objeto de atención, especialmente por sus efectos en la salud del hombre. Su efecto principal es la formación de carcinomas bronquiales (cáncer del pulmón) y de mesoletimas (tumores de la pleura y del peritoneo) como resultante de la exposición por vía respiratoria (I.N.S.P.P.M.A., 1989; (Guerin et al., 1992; Brown y Hoskins, 1992). Una gran variedad de artículos, de uso diario están compuestos de estas fibras, por ejemplo: planchas de vinilo para cubrir pisos, techados, revestimiento de paredes externas de las casas, como base de pinturas plásticas para efectos de relieve, un gran número de artefactos domésticos, como tostadoras, parrillas, lavadoras de vajilla, refrigeradoras, hornos, secadoras de ropa, mantas eléctricas y secadoras de cabello (Robertson, 1989). También este autor indica que muchos de los materiales o productos que contienen amianto "no representan definitivamente un riesgo para la salud cuando se les usa en el curso normal de los eventos".

Las fibras de vidrio no se esparcen por el aire en cantidades tan grandes como las de amianto y las resinas empleadas para fijar las fibras parecen ser extremadamente eficaces y de larga duración (WHO, 1985; Robertson, 1989). La WHO considera que el posible riesgo para la salud ante las fibras de vidrio es muy bajo, si es que existe algún riesgo (WHO, 1986).

## 3. Microbios:

Bacterias, virus y hongos invaden el aire de los ambientes cerrados. En estudios conducidos en Estados Unidos, indican que hay edificios con altos niveles de bacterias que son potencialmente patógenos o causantes de alergias, incluyendo las especies *Actinomyces*, *Flavobacterium* y la *Legionella*, esta última causante de la enfermedad de los legionarios, que han sido aisladas en dos sistemas de

acondicionamiento de aire (Movilleseaux y Squimazi, 1992; Robertson, 1989). Es claro que la edad de las edificaciones, las condiciones de humedad, el tipo de construcción y los sistemas de ventilación afectan la calidad del aire en los ambientes cerrados y, consecuentemente los individuos que ocupan el lugar desarrollan una reacción alérgica cuando los niveles de hongos, bacterias, polvos y virus superan los niveles aceptables.

### POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

La gran mayoría de las enfermedades atribuidas a la contaminación del aire en ambientes internos resultan de la inhalación de gases, sustancias o vapores irritantes, polvos u organismos infecciosos. Los efectos de tales inhalaciones incluyen comúnmente la parte superior e inferior del tracto respiratorio, también efectos en otros órganos y en la piel pueden ocurrir. La figura 1 resume la sintomatología humana ante los contaminantes del aire en espacios cerrados (Proctor, 1991; Flamm, 1992).

La mayoría de estas afecciones a la salud, indicadas en la figura 1, responden al contacto directo del individuo con un aire viciado, contaminado con sustancias químicas, virus y bacterias.

Se ha establecido que infecciones respiratorias agudas son consecuencia de la interacción social entre las personas. Por ejemplo, los virus no son muy estables y rápidamente pierden su acción infecciosa después de que son lanzados al ambiente y, son menos efectivos en ambientes externos, ya que en estos se diluyen por el movimiento del aire (Tynell, 1992). De ahí la importancia de la ventilación en lugares donde hay aglomeraciones de individuos y concentración de ciertas actividades. Esta es una de las razones por las que en la mayoría de los países industrializados se establecieron pautas a efecto de controlar la calidad del aire ambiental o laboral, siendo ésta una herramienta para prevenir en parte las enfermedades laborales.

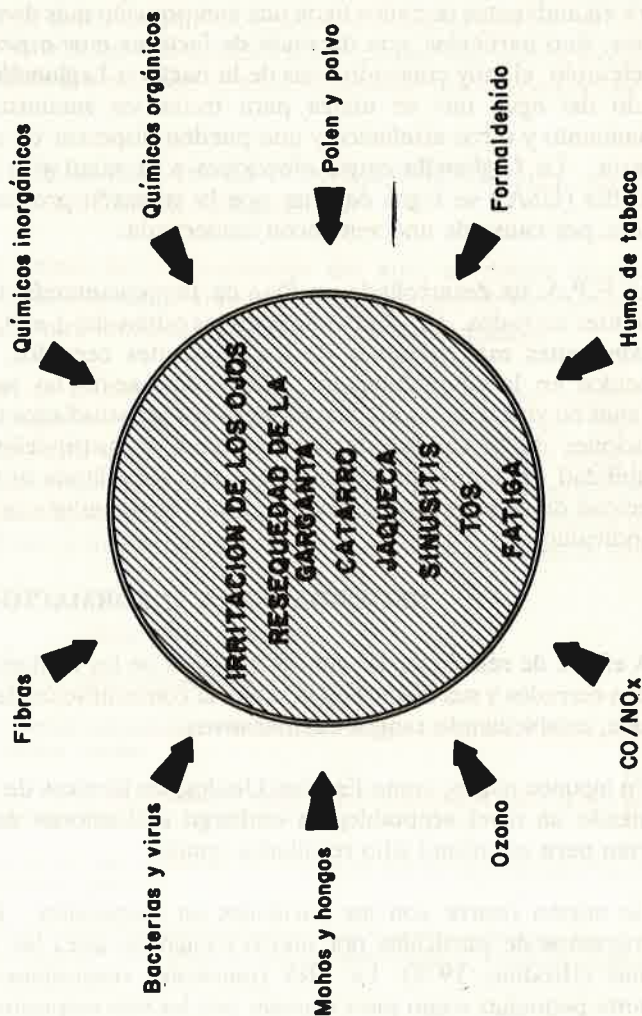
Es importante indicar que las pautas de control del aire en los ambientes cerrados tienen una meta, la de proteger la salud del individuo si la exposición tiene su origen en la inhalación de sustancias nocivas. Sin embargo la respuesta individual puede modificar las curvas atmosféricas de exposición-respuesta. Lehnerr (1988) menciona que la modificación de las curvas atmosféricas de modo particular responden a:

- absorción cutánea de agentes
- variaciones inter e intraindividuales del metabolismo
- interacciones metabólicas con otros compuestos químicos presentes tanto en lugares cerrados como al aire libre.
- trastorno previo en la salud
- higiene personal

Lo anterior implica que las afecciones a la salud no pueden calcularse y generalizarse sólo por la calidad o el control del aire.

FIGURA 1.

# SINDROME DE LOS EDIFICIOS ENFERMOS SINTOMATOLOGIA COMBINADA



FUENTE: Chris Proctor

Antes se mencionó la gran variedad (Fig. 1) de contaminantes que pueden incidir en la salud humana. Estudios de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (E.P.A.), indican que las mezclas que contaminan el aire pueden tener propiedades mutagénicas y carcinogénicas en pruebas de corto plazo, pero se desconoce qué carcinógeno o carcinógenos, fueron los agentes causales de las enfermedades registradas en los estudios (Crawford, 1988).

Figallo y Quintero (1988) en Tabla 1 se presenta una relación entre niveles de contaminantes y efectos en la salud dirigida a tres contaminantes en particular. Sin embargo estas relaciones no deben ser consideradas puntualmente, en razón de que el aire en ambientes cerrados tiene una composición más diversa, no sólo hay vapores y gases, sino partículas, que depende de factores muy específicos, ya mencionados. Por ejemplo, el muy conocido caso de la bacteria *Legionella neomofilla*<sup>2</sup>, que se ha aislado del agua que se utiliza para tratar los suministros del aire, torres de enfriamiento y otros artefactos y que pueden dispersar en el ambiente interior a la bacteria. La *Legionella* causó afecciones a la salud y la muerte en un hotel en Filadelfia (USA); se logró detectar que la infección provenía y se concentró en el edificio, por causa de una ventilación inadecuada.

La E.P.A. ha desarrollado un Plan de Implementación de la calidad del aire en ambientes cerrados. En el apéndice, en las tablas del 1 al 9, se hace referencia a los contaminantes más comunes de los ambientes cerrados, sus orígenes y efectos conocidos en la salud humana. Esta información no refleja ciertas reacciones humanas en virtud de los efectos sinérgicos no estudiados de los contaminantes, las variaciones de la calidad del aire externo, la distribución del aire interno y la sensibilidad del individuo. Esta última está supeditada al receptor no solo por su capacidad de respuesta a ciertas sustancias, sino también al estado general de salud del individuo.

## NECESIDADES DE INFORMACION

A efecto de relacionar las concentraciones de los contaminantes en el aire de los lugares cerrados y sus efectos en la salud, la concentración del contaminante debe ser medida, estableciendo rangos comparativos.

En algunos países, como Estados Unidos, las técnicas de medición ambiental han alcanzado un nivel aceptable, sin embargo aplicaciones de diferentes técnicas no aportan para un mismo sitio resultados iguales.

Lo mismo ocurre con las partículas en suspensión. Para igual volumen (75 microgramos de partículas por metro cúbico de aire) las valoraciones no son las mismas (Brodine, 1973). La PRS (partículas respirables en suspensión) son lo bastante pequeñas como para ingresar por las vías respiratorias hasta los pulmones. Estas han sido medidas en diversos estudios mediante diferentes métodos de análisis, para períodos también diferentes, a efecto de evaluar su exposición. Algunos

---

<sup>2</sup> La *Legionella neomofilla* es causa infecciosa bien demostrada de enfermedad en los individuos expuestos con manifestaciones que van desde la neumonía con peligro de muerte y falla respiratoria, hasta un tipo de influenza menos severa. (Witorsch, 1988; Mervilleauxy Squimazi, 1992).

estudios, según Reasar (1992), indican que las PRS son muy altas en lugares donde el fumar es permitido, particularmente en áreas de fumado. Otros estudios han encontrado que en lugares de trabajo, las PRS no son significativamente elevadas, aún cuando existe presencia de fumadores activos. Es decir que no todos los métodos analíticos para medir la PRS arrojan valores equivalentes, lo cual hace difícil una directa comparación cuantitativa entre estudios (Hedge et al. 1990; Lofroth et al., 1989; Kirk et al. 1988, citado por Reasar, 1992).

En Costa Rica y algunos países de Centro América las regulaciones para la ventilación en los edificios no responden a las necesidades de los individuos, (los diseños de los edificios se orientan por lo general a consideraciones de ahorro energético o de estética. A la fecha con estudios sobre calidad del aire en ambientes cerrados que permitan valorar la relación salud del individuo con calidad del aire en el ambiente laboral.

### **COMO SE SUPERA EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LUGARES CERRADOS?**

Una vez definida la fuente de contaminación del aire, se deben buscar las soluciones. Por lo general es más difícil mantener un buen nivel de calidad del aire en ambientes cerrados si el aire ambiental (externo) esta contaminado.

Cuando los problemas de calidad del aire sean motivados por una inadecuada ventilación, se debe corregir el problema. Si los problemas son de diseño y materiales, la solución toma más tiempo, pero debe incorporarse un plan progresivo para corregir los problemas detectados, de manera tal que los contaminantes en el ambiente se van reduciendo hasta llegar a niveles aceptables, que no incidan en la calidad del aire y la salud de los individuos que ocupan los largos espacios de tiempo el ambiente laboral.

#### **CITAS BIBLIOGRAFICAS**

- Brodine, V. 1973. Air Pollution. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. New York.
- Brown, R. C. y J. A. Hoskins. 1992. Asbestos and man-made mineral fibres. En Quality of the Indoor environment. Ed. J.N. Lester, R. Perry y G. L. Reynolds. London.
- Brown, V. N., R. Crump y D. Gardiner. 1992. Measurement of volatile organic compounds in indoor air by a passive technique. Environmental Technology. Vol. 13 pp. 367-375. Pub. Selper.
- Crawford, W. A. 1988. Los peligros del aire que respiramos. En: Calidad del aire en lugares cerrados. Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Argentina.
- E.P.A. s.f. Plan de Implementación de la calidad del aire en lugares cerrados. Apéndice en Sterling y Kleven, 1988. "Epidemiología de los Edificios Enfermos". En Calidad del aire en lugares cerrados. Academia Nacional de Ciencias, Buenos Aires, Argentina.
- Figallo, L. y R. Quintero. 1988. "La contaminación del aire en ciudades latinoamericanas". En: Calidad del aire en lugares cerrados. Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Argentina.
- Flamm, W.G. 1992. Comments in response to OSHA requested for information on occupational exposure to indoor air pollutants. Flamm Associates 11760 Indian Ridge Road-Reston VA 22091.
- Guerin, M. R.; R. A. Jenkins y B. A. Tomkins. 1992. The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke: Composition and Measurement. Lewis Publishers, Inc.



- Hoskins, J. A.; R. C. Brown y I. C. Alexander. 1992. Biological persistence of mineral fibres founds as contaminants of indoor air. *Environmental Technology*, Vol: 13 pp. 361-366.
- Instituto Nacional de Salud Pública y Protección del Medio Ambiente. 1989. Integrated criteria document: Asbestos. Bilthoven, Países Bajos.
- Lehnert, G. 1988. Calidad del aire interior en el lugar de trabajo. En. *Calidad del aire en lugares cerrados*. Publicación del Simposio Auspiciado por Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Argentina.
- Michel, J.H. 1991. What it will cost. *Acid News* No.3 october.
- Movilleseaux, A. y F. Squinazi. 1992. Airborne bacteria in several indoor environments. En. *Quality of the Indoor Environment*. Eds. J.N. Lester, R. Perry y G. L. Reynolds. London.
- Proctor, C. 1991. Contaminación de interiores. Notas de Conferencia "Indoor air pollutants", Río Janeiro.
- Programn for Environment and Health. 1991. Global migration of hazardous industry poses health problems. En: *Environment and Health in Developing Countries*. Vol 1, No.5 Newton, Massachusetts, USA.
- Reasor, M. J. 1992. Response to the occupational safety and health administration request for information on: Occupational exposure to indoor air pollutants. 1153 Cambridge Avenue. Morgantown, W. V. 26505
- Robertson, G. 1989. Enfermedades relacionadas con los edificios. El humo del tabaco en el contexto. En: *Despejando el aire*. Ed. R.D. Tollison. Lexington Books.
- Roe, F.J.C. 1991. How inadequate ventilation may impais health and well-being. En: *Other people's tobacco smoke*. Ed. A.K. Armitage Galen Press.
- Roe, F. J. C. 1992. Respiratory irritation and diet as risk factors for long cancer. *Quality of the Indoor Environment*. Ed. J.N. Lester R. Perry y G.L. Reynolds Publications Divisions, Selper Ltd., London.
- WHO. 1985. Reference method for measuring airborne man-made mineral fibres. WHO/EURO 4, Copenhagen.
- WHO. 1986. Man-made mineral fibres. WHO/EURO. Copenhagen.
- Witorsch, P. 1988. Efectos de la contaminación del aire en lugares cerrados. En: *Calidad del aire en lugares cerrados*. Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
I Gases Inorgánicos	dióxido de nitrógeno	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dificultades respiratorias, enfermedades alérgicas e infecciosas, efectos inmunes.
	dióxido de carbono	Neurotoxicidad, funcionamiento del corazón, efectos en la sangre.
	dióxido de azufre	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dificultades respiratorias.
II Partículas No biológicas	Partículas finas (incluyendo metales)	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dificultades respiratorias, enfermedades alérgicas e infecciosas.
	Partículas en movimiento	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dificultades respiratorias, enfermedades alérgicas e infecciosas.
	asbesto	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dificultades respiratorias, cáncer, asbestosis, mesotelioma.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN, 1988.

Tabla 2. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos para la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
III Contaminantes biológicos	Caspa animal	Irritación del aparato respiratorio, enfermedades infecciosas y alérgicas, efectos inmunológicos.
	Bacteria, virus	Enfermedad de los Legionarios, neumonitis.
	Excreta animal	Irritación del aparato respiratorio, enfermedades infecciosas y alérgicas.
	Fibras de los Tejidos/telas	Irritación del aparato respiratorio, enfermedades infecciosas y alérgicas, efectos inmunológicos.
IV Radioactivas	Radón	Cáncer.
	Radiación electro-magnética	Se cree tiene efectos en la reproducción, en el desarrollo y en el comportamiento neuronal del cáncer.
V Compuestos orgánicos volátiles	Kerosene	Neurotoxicidad.
	Bencina para lacas	Neurotoxicidad.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: SERLING Y KLEVEN. 1988.

Tabla 3. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
(Hidrocarburos Alifáticos)	n-hexano	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, efectos en el desarrollo.
	heptano	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	n-decano	Promotor de cáncer.
(Hidrocarburos Aromáticos)	Tolueno	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, neurotoxicidad.
	Estireno	Efectos en la sangre.
	Etilbenceno	Efectos en el hígado y riñones.
	Benceno	Leucemia, anemia.
	Xilenos	Efectos en el comportamiento neuronal, dolor de cabeza, efectos en los ojos y en el aparato respiratorio.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.

Tabla 4. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
(Carbones Halogenados)	p-diclorobenceno	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
	percloroetileno	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
	cloruro de metileno	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
	1,1,1-tricloroetano	Efectos en el hígado y riñones, cáncer.
	bicloruro de propileno	Efectos en el hígado y riñones.
	Clordane	Neurotoxicidad, efectos en el hígado y riñones, cáncer.
	etileno	Efectos en el hígado y riñones.
	cloruro de polivinílico	Efectos en el hígado y riñones, cáncer.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.

Cuadro 5. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
	cloruro de vinilo	Efectos en el hígado y riñones, cáncer.
	freón	Funcionamiento del corazón.
	bifenil	Mutación, cáncer.
	cloruro de metilo	Efectos en el hígado y riñones.
	Tetracloruro de carbono	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
	Tricloroetileno	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
	Cloroformo	Efectos en el hígado y riñones, cáncer en animales.
(Alcoholes)	Isopropanol	Irritación de los ojos y del aparato respiratorio.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.

Tabla 6. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
	etanol	Efectos sobre el desarrollo.
	metanol	Neurotoxicidad.
	etilenglicol	Efectos en el hígado y riñones.
	Alcohol bencílico	Efectos en el hígado y riñones.
	fenol	Efectos en el hígado y riñones.
	cresol	Efectos en el hígado y riñones.
(Cetonas)	Acetona	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	metil etil cetona	Efectos en el desarrollo.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.

Tabla 7. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
	metil isobutil cetona	Efectos en el desarrollo.
(Aldehídos)	formaldehído	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, cáncer.
	acetaldehído	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	acroleína	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
(Eteres/Esteres)	toxilado de alquilo	Efectos en el desarrollo.
	DEHP	Efectos en el desarrollo, cáncer.
	uretano	Mutación, cáncer.
	ftalato de dioctilo	Efectos en el desarrollo, cáncer.
	malatio	Neurotoxicidad.
	aminas no especificadas	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	trietanolamina	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.



Tabla 8. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
	isopropanolamina	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	etilendiamina	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	acrilonitrilo	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, neurotoxicidad.
	metilamina	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, efectos en el hígado y riñones.
	anilina	Efectos en el hígado y riñones, cáncer.
	nitrosodimetilamina	Cáncer.
	hidrazina	Cáncer.
	paratión	Neurotoxicidad.
	endosulfán	Neurotoxicidad.
	acrilamida	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, cáncer, neurotoxicidad.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.

Tabla 9. Contaminantes comunes de lugares cerrados y los efectos conocidos sobre la salud\*\*

Categoría de los Contaminantes	Contaminantes	Efectos conocidos en la salud
(compuestos aromáticos polinucleares)	fenantreno	Cáncer, mutación.
	benzo-a-pireno	Cáncer, mutación.
(compuestos orgánicos varios - fase gaseosa)	ácido fosfórico	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.
	ácido acético	Irritación en los ojos y en el aparato respiratorio.

Los contaminantes indicados han sido asociados con los efectos señalados. Sin embargo, no es necesariamente cierto que dichos efectos ocurran a los niveles de exposición que se encuentran en ambientes cerrados. En muchos casos, los datos de exposición no son suficientes para determinar los niveles en que dichos efectos ocurrirían.

\*\* Modificado de: STERLING Y KLEVEN. 1988.