
NORMA CUBANA

NC

872: 2011

**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO —
SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AIRE DE LA ZONA
DE TRABAJO — EVALUACIÓN DE LA
EXPOSICIÓN LABORAL — REQUISITOS
GENERALES**

Occupational safety and health — Harmful substances in the air of the working zone — Evaluation of the occupational exposure — General requirements

ICS: 13.300, 13.100

1. Edición Diciembre 2011
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) ,Calle E No. 261, El Vedado, La Habana.
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu;
Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC 872: 2011

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 6 de Seguridad y Salud en el Trabajo, integrado por representantes de las siguientes entidades:

- | | |
|---|--|
| - Ministerio de Trabajo y Seguridad Social | - Oficina del Historiador |
| - Ministerio de la Industria Ligera | - Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos |
| - Ministerio de la Industria Sideromecánica | - Instituto de Salud para los Trabajadores |
| - Ministerio del Transporte | - Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente |
| - Ministerio de la Agricultura | - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias. |
| - Ministerio de la Industria Básica | - Oficina Nacional de Normalización |
| - Ministerio del Interior | - Instituto de Investigaciones del Trabajo |
| - Ministerio de Salud Pública | |

- Sustituye a las siguientes Normas Cubanas:

- NC 19-01-02:1985 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Sustancias nocivas. Clasificación y requisitos generales de seguridad;

- NC 19-01-60:1987 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Aire de la zona de trabajo. Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas. Requisitos generales; y

- NC 19-01-63:1991 Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas.

- Incluye los Anexos A y B normativos

© NC, 2011

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

Índice

1 Objeto y campo de aplicación	4
2 Referencias normativas	4
3 Términos y definiciones.....	4
4 Clasificación toxicológica de las sustancias nocivas.....	6
5 Límites admisibles de exposición laboral (Lael) a las sustancias nocivas.....	7
6 Requisitos generales de los métodos e instrumentos para la medición de las concentraciones de las sustancias nocivas.....	8
7 Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo.....	9
Anexo A (normativo) Límites admisibles de exposición laboral (lael) a las sustancias nocivas	13
Anexo B (normativo) Registro e informe de las mediciones.....	22

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO — SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AIRE DE LA ZONA DE TRABAJO — EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL — REQUISITOS GENERALES

1 Objeto

Esta norma establece los requisitos generales para la evaluación de la exposición laboral a las sustancias nocivas presentes en el aire de la zona de trabajo.

Se establecen los valores límites admisibles de exposición a las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo. En los casos de aquellas sustancias en que se ha restringido o prohibido su uso, se han mantenido sus límites como orientación hasta que estos procesos de restricción o prohibición se completen. En cuanto a las sustancias en que se ha comprobado su acción carcinógena, e independientemente de los valores establecidos en esta norma, se recomienda alcanzar los niveles de exposición más bajos posibles, una vez que aquellos no garantizan suficientemente un nivel de seguridad científicamente demostrado.

La norma se aplica en todas las actividades laborales donde se empleen, manipulen, produzcan, transporten y(o) almacenen sustancias nocivas.

Se excluyen de esta norma los requisitos y valores límites admisibles de exposición de las sustancias radiactivas y de las biológicas.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos de referencia que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas solo se toma en consideración la edición citada, para las no fechadas, se toma en cuenta la última edición del documento de referencia (incluyendo todas las enmiendas)

NC 229:2002 Seguridad y salud en el trabajo. Productos químicos peligrosos. Medidas para la reducción del riesgo.

DG 01:2003 Disposición general. Instrumentos de medición sujetos a la verificación y los campos de aplicación donde serán utilizados.

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Cubana, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1 Concentración letal media (CL₅₀) en el aire

Concentración de la sustancia nociva en el aire que, al exponer por inhalación a animales de laboratorio durante un período determinado de 2 h para ratones y 4 h para ratas, provoca la muerte del 50 % de los mismos en un período de observación de 2 semanas.

3.2 Dosis letal media (DL₅₀) cutánea

Dosis de la sustancia nociva que, al aplicarla por una sola vez sobre la piel de animales de laboratorio, provoca la muerte del 50 % de los mismos en un período de observación de 2 semanas.

3.3 Dosis letal media (DL₅₀) oral

Dosis de la sustancia nociva que, al introducirla por una sola vez en el estómago de animales de laboratorio, provoca la muerte del 50 % de los mismos en un período de observación de 2 semanas.

3.4 Efecto adverso de salud

Cambio en la morfología, fisiología, crecimiento, desarrollo o duración de vida de un organismo, que resulta en un deterioro de la capacidad funcional, un daño en la capacidad para compensar una tensión adicional, o un incremento en la susceptibilidad a los efectos nocivos de otros factores ambientales influyentes.

3.5 Exposición laboral

Contacto con el organismo del trabajador a través de la respiración de un determinado agente (en este caso una sustancia nociva) presente en el aire del ambiente laboral, y que se representa por la concentración de la sustancia nociva en el aire de la zona respiratoria del trabajador durante la ejecución de las actividades inherentes a su ocupación.

3.6 Límites admisibles de exposición laboral (LAEL) a la sustancia nociva

Concentraciones de la sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo a las que un trabajador puede exponerse repetidamente en jornadas diarias de ocho horas (8 h) y no más de 44 semanales, durante su vida laboral, sin provocar en él y(o) en su descendencia efectos adversos de salud.

Las categorías de los LAEL que se establecen en esta Norma Cubana son las siguientes:

3.6.1 Concentración promedio admisible (CPA)

Límite de exposición referido específicamente a la concentración media ponderada de la sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo durante todo el tiempo de la jornada laboral diaria.

3.6.2 Concentración máxima admisible (CMA):

Límite de exposición referido específicamente a la concentración máxima absoluta en el aire de la zona de trabajo que no puede excederse en ningún momento de la jornada laboral diaria.

3.7 Nivel de acción

Concentración de la sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo equivalente al 50% del valor del límite admisible de exposición correspondiente.

NOTA El nivel de acción permite determinar cuándo la exposición del trabajador puede estarse aproximando al LAEL y, en estos casos, se deban adoptar medidas preventivas apropiadas.

3.8 Prueba biológica de exposición

Medición de la(s) concentración(es) de la(s) sustancia(s) nociva(s), metabolito(s) o producto(s) de su acción en fluidos biológicos (tejidos, secreciones, excreciones, aire exhalado, etc.) o cualquier combinación de estos, para evaluar la exposición o riesgo a la salud, y en la que se adopta una referencia apropiada.

3.9 Riesgo de exposición

Probabilidad de que la(s) sustancia(s) nociva(s) de referencia pueda(n) ponerse en contacto con el organismo humano a través de las vías respiratorias y provocarle efectos adversos de salud.

3.10 Sustancia nociva

Sustancia química que, al ponerse en contacto con el organismo del trabajador a través de las vías respiratorias, puede provocarle efectos adversos, esto es, enfermedad u otro tipo de desviación del estado normal de salud, en el curso de su vida laboral activa o en un período posterior a la misma, y (o) en su descendencia, utilizándose para el diagnóstico correspondiente métodos y procedimientos actualizados de investigación.

3.11 Toxicidad

Medida de la incompatibilidad de una sustancia nociva con la vida, que se representa numéricamente por el recíproco del valor absoluto de la dosis letal media oral correspondiente.

3.12 Zona de trabajo

Espacio tridimensional, limitado en altura a no más de 2 m sobre el nivel del piso o plataforma, en que el trabajador se encuentra y realiza, de forma permanente o temporal durante su jornada de trabajo diaria, la totalidad de las actividades inherentes a su labor.

3.13 zona respiratoria

Zona aérea que rodea la nariz y la boca del trabajador y que se representa por el espacio tridimensional comprendido dentro de una semiesfera de 50 cm de radio, medido este a partir de la cara del mismo.

4 Clasificación toxicológica de las sustancias nocivas

4.1 Las sustancias nocivas se clasifican, según su grado de acción tóxica en el organismo y para los efectos de esta norma, en las clases siguientes:

- Clase 1 Sumamente tóxicas
- Clase 2 Muy tóxicas
- Clase 3 Moderadamente tóxicas
- Clase 4 Ligeramente tóxicas

4.2 La clasificación de toxicidad de las sustancias nocivas se establece de acuerdo con los índices toxicométricos señalados en la Tabla 1.

Tabla 1 — Clasificación de toxicidad de las sustancias nocivas

Índice toxicométrico	Clase de toxicidad			
	1	2	3	4
CMA en el aire de la zona de trabajo (mg.m ⁻³)	< 0,1	0,1 a 1,0	1,1 a 10,0	> 10,0
DL ₅₀ oral (mg.kg ⁻¹)	< 15	15 a 150	151 a 5 000	> 5 000
DL ₅₀ cutánea (mg.kg ⁻¹)	< 100	10 a 500	501 a 2 500	> 2 500
CL ₅₀ en el aire (mg.L ⁻¹)	< 500	500 a 5 000	5 001 a 50 000	> 50 000

4.3 La clasificación de una sustancia nociva específica en una de las clases señaladas en la tabla 1 se establece teniendo en cuenta el índice toxicométrico, cuyo valor corresponda con la clase de toxicidad más alta.

4.4 Esta clasificación no se aplica para sustancias empleadas como plaguicidas

5 Límites admisibles de exposición laboral (LAEL) a las sustancias nocivas

5.1 Los LAEL son valores de concentración de las sustancias nocivas en el aire que se establecen de acuerdo con los resultados de investigaciones y estudios médico biológicos y epidemiológicos, basados estos fundamentalmente en los efectos adversos de salud causados por la exposición por inhalación a las sustancias nocivas de referencia.

5.2 Los LAEL son valores de referencia para la evaluación y control de la exposición, fundamentalmente por inhalación, a las sustancias nocivas presentes en el aire de la zona de trabajo, con el objeto de proteger la salud de los trabajadores y de su descendencia.

5.3 Los LAEL son de aplicación obligatoria en la proyección, construcción, montaje y explotación de edificaciones, locales y otras instalaciones de trabajo, y en la ejecución de todas las actividades laborales donde pueda existir riesgo de exposición ambiental a sustancias nocivas.

5.4 Los LAEL no se considerarán como criterios de toxicidad relativa, ni se utilizarán para el control de la contaminación fuera del ambiente de trabajo, ni podrán aplicarse a exposiciones de duración mayor que la habitual de trabajo.

5.5 Los LAEL que se establecen en esta norma están referidos, específicamente, a las categorías siguientes:

5.5.1 Concentración máxima admisible (CMA), que regula la concentración máxima absoluta de la sustancia nociva en el aire en el período de la jornada de trabajo.

5.5.2 Concentración promedio admisible (CPA), que limita la concentración media ponderada de la sustancia nociva en el aire durante el tiempo total de la jornada laboral.

5.6 La observancia higiénico sanitaria de los LAEL se efectuará fundamentalmente mediante la determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo, tomándose como referencia los valores que se establecen en el Anexo A.

5.7 La observancia higiénico sanitaria de los LAEL se realizará siempre que se demuestre o presuponga que las concentraciones en el aire de la zona de trabajo sean iguales o mayores que las equivalentes a los niveles de acción correspondientes establecidos.

5.8 En la evaluación de la exposición laboral de los trabajadores a las sustancias nocivas, con énfasis especial en aquellas que puedan penetrar también a través de la piel y las membranas mucosas, se emplearán, en casos determinados y de forma complementaria, pruebas biológicas de exposición apropiadas.

5.9 Para las sustancias que actúan primariamente en el organismo como asfixiantes simples y no provocan otros efectos fisiológicos reconocidos, no se establecen en esta norma LAEL apropiados. Sin embargo, en estos casos se cumplirá, como medida básica general de protección y prevención, que la concentración de oxígeno en el aire de la zona de trabajo sea, en todo momento y lugar de trabajo durante la jornada diaria, no menor que 18 % v/v.

5.10 Para la evaluación de la exposición laboral a sustancias nocivas no comprendidas en el Anexo A de esta norma, se solicitará con antelación al Ministerio de Salud Pública la información toxicológica necesaria de ellas y se cumplirán las normativas que al respecto dictamine.

6 Requisitos generales de los métodos e instrumentos para la medición de las concentraciones de las sustancias nocivas

Los métodos e instrumentos que se empleen para determinar las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo, cumplirán con los requisitos generales siguientes:

6.1 El procedimiento de la toma de muestras para la determinación de las concentraciones correspondientes de las sustancias nocivas en el aire, permitirá que aquella se pueda ejecutar en la zona de trabajo y, específicamente, en la zona respiratoria del trabajador expuesto, durante la realización de su actividad laboral habitual y sin interferir en ella.

6.2 El equipo o aparato para la toma de muestras de aire constará básicamente de un colector que garantice la retención cuantitativa (no menor que 95 %) de la sustancia nociva a analizar, un medidor de volumen o gasto de aire de las muestras y un aparato de aspiración, u otro sistema apropiado que satisfaga los restantes requerimientos establecidos en esta norma.

Se dispondrá, además, de los medios de medición necesarios y suficientes para medir la temperatura del aire, la presión atmosférica y el tiempo de duración de cada muestra.

6.3 El procedimiento de la toma de muestras y el método de ensayo o instrumento correspondiente para la determinación de la sustancia nociva respectiva en el aire, permitirán que puedan detectarse con suficiente sensibilidad analítica concentraciones mínimas en el aire equivalentes a la mitad, 0,5 veces la concentración máxima admisible (CMA), y a 0,3 veces la concentración promedio admisible (CPA), respectivamente.

6.4 El método de ensayo o instrumento que se elija para determinar las concentraciones de la sustancia nociva en el aire, será lo suficientemente específico como para que no interfieran otras sustancias posiblemente presentes de manera simultánea en el aire. Con este fin, en los documentos normativos en que se establezcan los métodos de ensayo o instrumentos correspondientes, se especificarán explícitamente las posibles sustancias interferentes, los intervalos respectivos de concentración en que interfieren y, de ser factible, las vías o procedimientos para eliminar o enmascarar los efectos de dichas interferencias.

6.5 La incertidumbre del procedimiento analítico, inherente específicamente a la determinación de la concentración de la sustancia nociva en la muestra (expresado como coeficiente de variación), será no mayor que 10 %, y el error total máximo de la determinación, incluido el relacionado con la toma de las muestras, será de 25 %.

7 Determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo

El proceso de determinación y evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo se realizará de acuerdo con lo que se establece a continuación:

7.1 Para la determinación de la sustancia nociva en el aire se elegirá un método de ensayo o instrumento que cumpla satisfactoriamente con los requisitos establecidos en el apartado 6. de esta norma, y que garantice la especificidad de la medición en presencia de otras sustancias posiblemente concomitantes en el aire.

7.2 La toma de las muestras de aire se ejecutará en la zona de trabajo, específicamente en la zona de respiración del trabajador, durante su jornada laboral diaria y en condiciones normales de trabajo.

7.3 Los medios de medición que se empleen en la determinación estarán adecuadamente verificados y certificados de acuerdo con las regulaciones vigentes establecidas en el DG 01, del Servicio Nacional de Metrología (SENAMET) de la Oficina Nacional de Normalización (ONN); y sus intervalos de medición y valores de división serán los que se establecen en los documentos normativos referentes a los métodos de ensayo o instrumentos correspondientes.

7.4 La determinación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire cuyos LAEL establecidos en esta norma cubana estén expresados solo por la categoría de CMA, se realizará mediante la toma de muestras continuas o discontinuas, de duración no mayor que 30 min cada una, durante la jornada laboral diaria. El número total de muestras individuales a tomar en el turno de trabajo se establecerá en correspondencia con las circunstancias siguientes:

7.4.1 Cuando las concentraciones de la sustancia nociva en el aire se consideren estables durante toda la jornada de trabajo, se tomará durante la misma, de forma aleatoria, un número de muestras (no menor que cinco) que permita caracterizar con suficiente significación estadística los niveles correspondientes de exposición laboral del trabajador.

7.4.2 Cuando las concentraciones de la sustancia nociva en el aire no se consideren estables, se tomarán no menos de cinco muestras, de forma aleatoria, por cada una de las operaciones o actividades diferentes que realice el trabajador en la zona de trabajo durante la jornada laboral diaria. En los casos de exposiciones intermitentes por períodos iguales o menores que treinta minutos (30 min), las muestras se tomarán solo en los períodos de exposición.

7.5 La determinación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire cuyos LAEL establecidos en esta norma estén expresados solo por la categoría de CPA, se realizará mediante la toma de una o varias muestras continuas o discontinuas durante un período total no menor que el equivalente al 75 % de la jornada laboral diaria.

7.6 La determinación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire cuyos LAEL establecidos en esta norma estén expresados tanto por la categoría de CMA como por la de CPA, se realizará evaluando simultáneamente ambos tipos de exposición según se establece en los apartados 7.4 y 7.5, respectivamente.

7.7 Simultáneamente con la toma de cada una de las muestras para la determinación de la concentración de la sustancia nociva en el aire, se medirán la temperatura del aire y la presión atmosférica.

7.8 Las muestras tomadas serán procesadas de acuerdo con lo que se establezca en el procedimiento analítico del método de ensayo o instrumento correspondiente, y la concentración de la sustancia nociva en el aire determinada mediante cada muestra individual (c_i) se calculará entonces por la fórmula siguiente:

$$c_i = \frac{a \cdot b}{c \cdot V_0} \quad (\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$$

donde

a contenido de la sustancia nociva en la porción de ensayo de la muestra (μg),

b volumen o masa total de la muestra (mL ó g),

c volumen o masa de la porción de ensayo de la muestra (mL ó g)

V_0 volumen de aire de la muestra referido a las condiciones normalizadas de temperatura del aire (25 °C) y presión atmosférica (101,3 kPa), que se calcula, a su vez, por la fórmula siguiente:

$$V_0 = \frac{V \cdot p \cdot 298,2}{(273,2 + t) \cdot 101,3} \quad (\text{L})$$

donde

V volumen de aire de la muestra en las condiciones dadas de temperatura y presión (L)

p presión atmosférica (kPa)

t temperatura del aire (°C)

298,3 temperatura normalizada en K

101,3 presión atmosférica normalizada en K

7.9 En el caso de tomarse más de una muestra durante la jornada de trabajo, la concentración ponderada en el tiempo correspondiente de la sustancia nociva en el aire (\bar{c}_i) se calculará entonces por la fórmula siguiente:

$$\bar{c}_i = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot t_i)}{\tau}$$

donde

c_i concentración de la sustancia nociva en el aire determinada mediante la muestra i ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)

t_i tiempo de duración de la toma de la muestra i (min)

τ tiempo total de duración del muestreo (min)

7.10 La evaluación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo se realizará comparando los valores obtenidos de las mediciones con los LAEL correspondientes establecidos en esta norma, de la forma siguiente:

7.10.1 Cuando para la sustancia nociva de referencia está establecida solo la categoría de CMA, ninguno de los valores de las concentraciones determinadas mediante muestras tomadas en períodos menores que treinta minutos (30 min) (c_i) podrá sobrepasar el valor de la CMA correspondiente, es decir:

$$c_i \leq \text{CMA}$$

7.10.2 Cuando para la sustancia nociva está establecida sólo la categoría de CPA, el valor de la concentración promedio durante la jornada de trabajo (\bar{c}_i) no podrá sobrepasar el valor de la CPA respectiva, es decir:

$$\bar{c}_i \leq \text{CPA}$$

7.10.3 Cuando para la sustancia nociva están establecidas tanto la categoría de CMA como la de CPA, se cumplirá simultáneamente que:

$$c_i \leq \text{CMA} \quad \text{y} \quad \bar{c}_i \leq \text{CPA}$$

7.10.4 Cuando en el aire de la zona de trabajo están presentes dos o más sustancias con formas de acción tóxica similares en el organismo humano, se cumplirá que la suma de las relaciones entre las concentraciones particulares de cada sustancia (c_j) (c_i o \bar{c}) y sus LAEL correspondientes ($LAEL_j$) (CMA o CPA), sea igual o menor que la unidad, es decir:

$$\sum_{j=1}^n \frac{c_i}{LAEL_j} \leq 1$$

7.10.5 Cuando en el aire están presentes dos o más sustancias con formas de acción tóxica diferentes, las concentraciones de dichas sustancias se evaluarán por separado, cumpliéndose lo establecido en los apartados 7.10.1 ó 7.10.3, según corresponda, es decir:

$$c_{ij} \leq CMA_j \quad \text{y(o)} \quad \bar{c}_j \leq CPA_j$$

7.11 Cuando por razones excepcionales el período correspondiente a la jornada laboral sea mayor que ocho horas (8 h) y nunca mayor que diez (10), en el caso particular de sustancias nocivas para las cuales se establece en esta norma la categoría de CPA, a sus valores correspondientes en la tabla del Anexo A se les aplicará un factor de reducción (f_r), que se calculará por la fórmula siguiente:

$$f_r = \frac{p_d}{p_i \cdot 2}$$

donde

p_d período de descanso entre dos jornadas de trabajo consecutivas (h)

p_i período real de la jornada de trabajo (h)

7.12 Al finalizar la determinación de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire, se confeccionará un informe de las mediciones realizadas por cada trabajador o zona de trabajo, que se entregará al solicitante para que este realice la evaluación higiénico-sanitaria y se ejecuten las acciones que correspondan. El informe de las mediciones contendrá los elementos que se establecen en el Anexo B de esta norma.

7.13 Los resultados de las mediciones de las concentraciones de las sustancias nocivas en el aire se expresarán en las mismas unidades en que se expresen los LAEL correspondientes.

7.14 El informe con los resultados de las mediciones se archivarán y conservarán por quien y durante el tiempo que determine la autoridad competente.

Anexo A
(normativo)

Límites admisibles de exposición laboral (LAEL) a las sustancias nocivas ¹

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
1	Aceites minerales	5	10	S, G ₁
2	Aceites vegetales	10		
3	Acetaldehído	50	100	G _{2B}
4	Acético, ácido	20	40	
5	Acético, anhídrido	20	40	
6	Acetileno ²			AS
7	Acetilsalicílico, ácido	5		
8	Acetofenona	5	50	D
9	Acetona	500	1000	
10	Acetonitrilo	30	100	G _{2B}
11	Acrílico, ácido	5		D, G ₃
12	Acrilonitrilo	5	20	
13	Acroleína	0,2	0,8	G ₃
14	Aguarrás		560	D
15	Alcanfor	2	10	
16	Aldrín ³	0,25		COP, G ₃
17	Alílico, alcohol	5	10	D
18	Alilo, cloruro	3	6	G ₃
19	Aluminio y sus compuestos (como Al) • Polvos • Humos	10 5		
20	Alílico, alcohol		100	
21	n-amilo, acetato	250	500	
22	Amoníaco	15	25	
23	Amoníaco, cloruro	10	20	
24	Anilina	5	20	D
25	Antimonio y sus compuestos (como Sb)	0,5		
26	Apatita	6		
27	Arcilla	6		
28	Argón ²			AS
29	Arsénico y sus compuestos inorgánicos (excepto arsina) (como As) ⁴	0,01		G ₁

¹ Referidos a condiciones normalizadas de temperatura (25 °C) y presión (101,3 kPa).

² Sustancia considerada como asfixiante (véase el apartado 5.8 de esta norma).

³ Sustancias consideradas como 'contaminantes orgánicos persistentes' (COP); su importación, fabricación, venta y uso como plaguicidas están prohibidos en el país mediante las Resoluciones N° 268 de 1990 y N° 49 de 2001, ambas del Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Solo este último organismo del Estado, en casos excepcionales de epidemias y bajo determinadas condiciones, está autorizado para hacerlo.

⁴ Sustancias cuya importación, fabricación, venta y uso como plaguicidas están prohibidos en el país mediante la Resolución N° 268 de 1990 del MINSAP. Solo este último, en casos excepcionales de epidemias y bajo determinadas condiciones, está autorizado para hacerlo.

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
30	Arsina	0,2	0,8	
31	Asbesto (crisotilo) ⁵	0,1 ⁶		G ₁
32	Asfalto		5	
33	Atracina	2		G ₃
34	Azufre	6		
35	Azufre, dióxido	5	10	G ₃
36	Bario, compuestos solubles (como Ba)	0,5		
37	Barita	6		
38	Benceno	0,3	3	D, G ₁
39	Bencilo, cloruro	5		
40	Benomil	10		G ₁
41	Benzaldehído		5	
42	Benzo(a)pireno	0,00015		G ₁
43	p-benzoquinona	0,4		
44	Berilio y sus compuestos	0,002		G ₁
45	Bórico, ácido		10	
46	Boro, carburo	6		
47	Boro, nitruro	6		
48	Boro, trifluoruro		3	
49	Bromo	0,5	2	D
50	Bromobenceno		3	
51	Bromoformo	5		D, G ₃
52	n-butílico, alcohol		150	D
53	n-butilo, acetato	500	900	
54	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	0,005		G ₁
55	Calcio, carbonato	10		
56	Calcio, cianamida	0,5		
57	Calcio, hidróxido	5		
58	Calcio, óxido	2		
59	Caolín	10		
60	Caprónico, ácido		5	
61	Caprolactama	1	3	G ₄
62	Captafol	0,1		G _{2A}
63	Captán	5		G ₃
64	Carbaril	5		G ₃
65	Carbofurano	0,1		
66	Carbón mineral (povos) • Antracita (SiO ₂ < 2 %) • Coque, pizarra, grafito	3,5 6		G ₃
67	Carbono, dióxido	9000	18000	
68	Carbono, disulfuro	3	30	D

⁵ La importación y uso industrial de otras variedades del asbesto [crocidolita (asbesto azul), antofilita, tremolita, actinolita y amosita] están prohibidos en el país mediante la Resolución N° 96 de 2004 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

⁶ Fibras.cm⁻³.

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
69	Carbono, monóxido	20	100	
70	Carbono, tetracloruro	30	60	G _{2B}
71	Cemento (polvo)	10		
72	Cianuros (como HCN)		5	D
73	Ciclohexano	700	1400	
74	Ciclohexanona	100	200	D, G ₃
75	Ciclohexilamina	40	80	
76	Cinc, óxido	5		
77	Circonio y sus compuestos (como Zr)	5	10	
78	Clordano ³	0,5		COP, G _{2B}
79	Cloro	1,5	3	
80	m-cloroanilina		0,05	D, G _{2B}
81	p-cloroanilina		0,3	D
82	Clorobenceno	50	150	
83	2-cloro-1,3-butadieno	10	30	
84	p-clorofenol		1	D, G _{2B}
85	Cloroformo	25	50	G _{2B}
86	Cobalto y sus compuestos inorgánicos (como Co)	0,05		G _{2B}
87	Cobre y sus compuestos inorgánicos (como Cu)			
	• Polvo	1		
	• Humos	0,1		
88	Cobre, naftenato	2		
89	Cresol (todos los isómeros)	20	40	D
90	Cromatos (como CrO ₃)	0,01		S, G ₁
91	Cromo (III), óxido	0,5		G ₃
92	Cromo (VI), óxido	0,01		S, G ₁
93	Crotonaldehído		0,5	G ₃
94	2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético, ácido) (éster butílico)	10		
95	DDT (diclorodifeniltricloroetano) ³	0,5		COP, G _{2B}
96	Desmetrina	2		
97	Diacetónico, alcohol	240		
98	Diacinón	0,1		
99	Dialquilo, ftalatos	5		
100	Diatomita	6		
101	Diciclopentadieno	30		
102	Dicloralurea	5		
103	3,4-dicloroanilina		0,5	
104	Diclorobenceno (orto y para)	150	300	D, G _{2B}
105	2,3-dicloro-1,3-butadieno		0,1	D
106	1,2-dicloroetano		10	D, G _{2B}
107	1,2-dicloroetileno	500	1000	
108	Diclorometano	80	400	G _{2B}
109	Dicloropentadieno		0,5	
110	Diclorvós	1		G _{2B}

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
111	Dicromatos (como CrO ₃)	0,01		S, G ₁
112	Dieldrín ³	0,25		G ₃
113	Dietilamina	30	60	D
114	Dietiletanolamina		5	
115	Dietílico, éter	1000	1500	
116	Difenamida	5		
117	Dimetilamina	9	18	
118	Dimetilformamida	30	60	D, F, G ₃
119	Dimetoato	0,5		
120	Dinitrobenceno	1	5	D
121	2,4-dinitrofenol		0,05	D
122	Dinobutón	0,2		
123	Dinocap	0,2		
124	1,4-dioxano	10	20	D, G _{2B}
125	Diquat	0,5		
126	Disulfotón	0,1		
127	Diurón	10		
128	Dolomita	6		
129	Endosulfán	0,1		
130	Endrín ³	0,1		COP, G ₃
131	Epiclorhidrina	5	10	D, G _{2A}
132	Estaño y sus compuestos inorgánicos (excepto estibina) (como Sn)	2		
133	Estaño, compuestos orgánicos (como Sn)	0,1	0,2	D
134	Estireno (monómero)	200	400	G _{2B}
135	Etafós	0,3		
136	Etano ²			AS
137	Etanolamina	5	15	D
138	Étilendiamina	25		D
139	Étilenglicol	25	50	D
140	Étilenglicol, éter monoetílico	20	40	
141	Étileno ²			AS, G ₃
142	Étileno, óxido ⁷	2	9	G ₁
143	Étilico, alcohol	1500	3000	
144	Étilo, acetato	1000	2000	
145	Étilo, cloruro	1000	2500	
146	Fenclorfós	0,3		
147	p-fenetidina		0,2	
148	Fenilendiamina (todos los isómeros)	0,1	0,2	G ₃
149	Fenitotrión	0,1		
150	Fenol	20	40	D, G ₃
151	Fenoxiacético, ácido	1		

⁷ Sustancia de uso industrial restringido en el país como esterilizante en el sistema nacional de salud y en aquellas producciones que aseguren su control adecuado, mediante la Resolución N° 96 de 2004 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
152	Fensulfotión	0,1		
153	Fentión	0,2		
154	Ferbam	10		G ₃
155	Ferrocromo (aleaciones de cromo con contenido de 65 % de hierro)	2		
156	Fibras minerales (excepto de asbesto y de vidrio)	4 ⁶		
157	Fluometurón	5		G ₃
158	Fluoruros (como HF)	2,5		
159	Formaldehído	0,1	0,4	G ₁
160	Formamida	15		
161	Fórmico, ácido	9	18	D
162	Formotión	0,5		
163	Fosfina	0,4	1	
164	Fosfórico, ácido	1	3	
165	Fosforita	6		
166	Fósforo, pentacloruro	1		
167	Fósforo, tricloruro	1	2	
168	Fosgeno	0,4	0,8	
169	Fosmet	0,3	20	
170	Foxín	0,1		
171	Ftálico, anhídrido	6		
	Furano	0,5		G _{2B}
172	Furfural	10	20	D, G ₃
173	Furfurílico, alcohol		20	D
174	Gasolina	700	1400	G _{2B}
175	Glifosfato	1,5		
176	Halotano	10	20	
177	Helio ²			AS
178	Heptacloro ³	0,5		COP, G _{2B}
179	Hexametildiamina		1	
180	n-hexano	180	360	
181	Hidracina		0,04	D, G _{2B}
182	Hidrocarburos alifáticos saturados (C ₁ -C ₁₀) (como C)	100	300	
183	Hidrógeno ²			AS
184	Hidrógeno, cloruro	7	15	G ₃
185	Hidrógeno, cianuro		5	
186	Hidrógeno, fluoruro		2,5	
187	Hidrógeno, peróxido	1,5	3	G ₃
188	Hidrógeno, sulfuro	10	20	
189	Hidroquinona	2		G ₃
190	Hierro (III), óxido	5		G ₃
191	Isoamílico, alcohol	360	450	
192	Isobutílico, alcohol	150	300	
193	Isopropilamina	10	20	
194	Isopropílico, alcohol	500	1000	D, G ₃

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
195	Lindano	0,5		
196	Madera (polvos no alergénicos)	1		G ₁
197	Magnesita	10		
198	Malatión	10		G ₃
199	Maléico, ácido		1	
200	Maneb	0,5		G ₃
201	Manganeso y sus compuestos inorgánicos (como Mn)	1	3	
202	Mercurio y sus compuestos inorgánicos (como Hg)	0,025	0,1	G ₃
203	Mercurio, compuestos alquílicos (como Hg) ^{3,8}	0,01	0,03	COP, G _{2B}
204	Metacrílico, ácido	70		
205	Metalilcloruro	0,3		
206	Metano ²			AS
207	Metilamina	6	20	
208	Metiletilcetona	500	800	
209	Metílico, alcohol	250	325	D
210	Metilisobutilcetona	200	300	
211	Metilmorfolina		5	
212	Metilo, acetato	600	750	
213	Metilo, bromuro	3		G ₃
214	Metilo, cloruro	100	200	G ₃
215	Metilparatión	0,2		G ₃
216	Metiram	0,1		
217	Metoxiclor	10		G ₃
218	Mevinfós	0,1	0,3	
219	Monocrotofós	0,25		
220	Morfolina	70	100	G ₃
221	Nafta	400		
222	Naftaleno	50	75	D, G ₄
223	α-naftoquinona		0,1	
224	β-naftol		0,1	
225	Negro de humo (con contenido de benzo(a)pireno ≤ 35 mg.kg ⁻¹)	3,5		C _{2B}
226	Neón ²			AS
227	Nicotínico, ácido	1		
228	Níquel y sus compuestos inorgánicos (excepto carbonilo) (como Ni) • Metal y aleaciones • Compuestos insolubles • Compuestos solubles	1 0,2 0,1		G ₁ G _{2B} G ₁ G ₁
229	Níquel, carbonilo	0,007		G ₁
230	Nítrico, ácido	5	10	
231	Nítrico, óxido	10	30	

⁸ Sustancias cuya importación, fabricación, venta y uso como plaguicidas están prohibidos en el país mediante la Resolución N° 181 de 1995 del Ministerio de Salud Pública.

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
232	p-nitroanilina	3		
233	Nitrofén	1		G _{2B}
234	Nitrógeno ²			AS
235	Nitrógeno, dióxido	5	10	
236	Nitroglicerina	0,5	1	
237	Nitrometano	50		G _{2B}
238	n-octílico, alcohol		10	
239	Ozono	0,2		
240	Parafina (humos)	2	6	
241	Paraldehído		5	
242	Paraquat	0,1		
243	Perclórico, ácido		2	
244	Petróleo, gas licuado	1800		
245	Piridina	15	30	G ₃
246	Plomo y sus compuestos inorgánicos (como Pb)	0,05		G _{2A}
247	Plomo, tetraetilo		0,005	G ₃
248	Poli(cloruro de vinilo) (PVC)	5		G ₃
249	Polvos de origen animal y vegetal (no alergénicos)			
	• Con contenido de SiO ₂ < 10 %	2		
	• Con contenido de SiO ₂ entre 2 y 10 %	4		
	• Con contenido de SiO ₂ < 2 %	6		
250	Polvos de origen mineral (no clasificados de otra forma)	⁹		
251	Polvos de origen vegetal (no alergénicos) (cuando se desconoce el contenido de dióxido de silicio libre)	4		
252	Potasio, amilxantato		1	
253	Potasio, hidróxido		2	
254	Prometrina	5		
255	Propaclor	0,5		
256	Propanil	0,1		
257	Propileno ²			AS, G ₃
258	n-propílico, alcohol	400	600	
259	Propoxur	0,5		
260	Queroseno	100		
261	Resinas epoxitriifenílicas, productos volátiles (como epiclorhidrina)	1	2	S
262	Salicílico, ácido		6	
263	Silicio, carburo	10		
264	Simacina	2		
265	Sodio, hidróxido		2	
266	Sodio-metam	0,1		
267	Sodio, nitrito	1		

⁹ Para otros polvos minerales no relacionados en la tabla, la CPA se calculará por la fórmula siguiente:

$$CPA = \frac{30}{\%SiO_2 + 3}, \text{ donde } \%SiO_2 \text{ es el contenido de dióxido de silicio libre en el polvo (\%).}$$

Nº	Sustancia nociva	LAEL (mg.m ⁻³)		Notas
		CPA	CMA	
268	Sodio, pentaclorofenato	0,1		
269	Soldadura, humos	5 ¹⁰		G _{2B}
270	Sulfúrico, ácido	1	3	
271	2,4,5-T (2,4,5-triclorofenoxiacético, ácido)	10		
272	Tabaco (polvo)	3		
273	Talco (no conteniendo fibras de asbesto)	2		G ₃
274	Talio y sus compuestos (como TI)	0,1		
275	2,3,6-TBA (2,3,6-triclorobenzóico, ácido)	0,5		
276	Temefós	10		
277	Tetrabromoetano		1	
278	1,1,2,2-tetracloroetano	6		G ₃
279	Tetracloroetileno	170	680	G _{2A}
280	Tetrahidrofurano	500	700	D
281	Tiofanato-metilo	1,5		
282	Tiofurano	20		
283	Tioglicólico, ácido	4		
284	Tiram	5		G ₃
285	Titanio, dióxido	10		G _{2B}
286	Tolueno	350	560	D, G ₃
287	Toluidina (todos los isómeros)	10	20	G _{2A}
288	Torio	0,05		
289	Triazofós	0,2		
290	Triclorfón	0,5		G ₃
291	Tricloroacético, ácido	5	10	G ₃
292	Tricloroetileno	100	500	G _{2A}
293	Tricresilo, fosfato	0,1	0,3	
294	Trietilamina	4	12	
295	Trifluoracético, ácido		2	
296	Trifluralina	3		
297	Trimetilamina	10	30	
298	2,4,6-trinitrotolueno (TNT)	0,5		D, G ₃
299	Valérico, ácido		5	
300	Vanadio, pentóxido	0,05	0,5	G _{2B}
301	Vidrio sintético (fibras)	5 ⁶		G _{2B}
302	Vinilo, cloruro	2,5	10	G ₁
303	Warfarina	0,1		
304	Xileno (todos los isómeros)	430	650	G ₃
305	Xilidina (mezcla de isómeros)	10	25	G ₃
306	Yodo		1	
307	Zineb	0,5		G ₃

¹⁰ Cuando se conoce la composición de las sustancias nocivas que se desprenden al aire en el proceso de la soldadura, sus concentraciones se determinarán individualmente y se evaluarán en correspondencia con los límites admisibles respectivos establecidos en esta norma. No obstante, en situaciones en que se desconozcan los contaminantes producidos, se aceptará, como método práctico, la determinación de la concentración de polvo total y se asumirá una CPA de 5 mg.m⁻³.

NOTAS

- ^AS Sustancias consideradas como asfixiantes simples (véase el apartado 5.8 de esta norma).
- COP Sustancias consideradas como 'contaminantes orgánicos persistentes', y cuyo uso fue regulado y restringido por el Convenio Internacional de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- D Sustancia que puede penetrar al organismo también por vía dérmica.
- G Sustancias evaluadas y clasificadas según el grado de evidencia de su potencial carcinogénico por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC):
- G₁ Agente definitivamente cancerígeno en seres humanos.
 - G_{2A} Agente probablemente cancerígeno en seres humanos.
 - G_{2B} Agente posiblemente cancerígeno en seres humanos.
 - G₃ Agente no clasificable como cancerígeno en seres humanos.
 - G₄ Agente probablemente no cancerígeno en seres humanos.
- S Sustancias sensibilizantes.

Anexo B
(normativo)

Registro e informe de las mediciones

El informe incluirá los aspectos siguientes:

- Nombre y dirección del centro de trabajo.
- Puesto de trabajo.
- Nombre(s) y apellidos del(los) trabajador(es) que labora(n) en el puesto.
- Tipo(s) de análisis realizado(s).
- Método(s) de ensayo o instrumento(s) empleado(s).
- Identificación de las muestras tomadas.
- Hora en que fue tomada cada muestra.
- Gasto de aire empleado en la toma de cada muestra.
- Tiempo de duración de la toma de cada muestra.
- Temperatura del aire durante la toma de cada muestra.
- Presión atmosférica durante la toma de cada muestra.
- Volumen de aire de cada muestra, referido a las condiciones normalizadas de temperatura y presión.
- Volumen o masa total de cada muestra después de tomada y concentrada.
- Volumen o masa de la porción de ensayo de cada muestra.
- Contenido de la sustancia nociva en la porción de ensayo de cada muestra.
- Contenido total de la sustancia nociva en cada muestra.
- Concentración de la sustancia nociva en el aire determinada para cada muestra.
- Concentración promedio de cada sustancia nociva en el aire durante la jornada total de trabajo.
- LAEL [CMA y(o) CPA] establecido(s) para cada una de las sustancias nocivas determinadas.
- Conclusiones (observancia o no de los LAEL).
- Observaciones.
- Nombre y firma de quien tomó las muestras.
- Fecha de la toma de las muestras.
- Nombre y firma del analista.
- Fecha del análisis.

Bibliografía

- [1] NC 21-12: 1975 Evaluación estadística de los métodos de ensayo o de análisis químicos.
- [2] NC TS 368: 2010 Guía para la validación de métodos de ensayos químicos para alimentos.
- [3] ISO 14956:2002 "Air quality. Evaluation of the suitability of measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty".
- [4] Cuba, Ministerio de Salud Pública. Resolución ministerial N° 49 de 2001. República de Cuba; 2001.
- [5] Cuba, Ministerio de Salud Pública. Resolución ministerial N° 181 de 1995. República de Cuba; 1995.
- [6] Cuba, Ministerio de Salud Pública. Resolución ministerial N° 268 de 1990. República de Cuba; 1990.
- [7] Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Resolución ministerial N° 96 de 2004. República de Cuba; 2004.
- [8] Estados Unidos, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Guide to occupational exposure values – 1998. Cincinnati: ACGIH; 1998.
- [9] Estados Unidos, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati (OH): ACGIH; 2006.
- [10] Estados Unidos, Brown RH, Curtis M, Saunders KJ, Vandendriessche S, editors. Clean air at work: new trends in assessment for the 1990s. Cambridge: The Royal Society of Chemistry; 1992.
- [11] Consejo de Ayuda Mutua Económica. Comisión Permanente para la Colaboración en la Esfera de la Salud. Problemas de toxicología industrial. Moscú: Centro de Proyectos Internacionales de Gknt
- [12] Estados Unidos, Greenberg MI, Hamilton RJ, Phillips SD, editors. Occupational, industrial and environmental toxicology. St Louis: Mosby-Year Book; 1997.
- [13] Estados Unidos, Hering SV. Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants. 7th ed. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 1989.
- [14] Cuba, Ibarra EJ. Implantación de límites de exposición ocupacional a sustancias nocivas en Cuba. Situación actual y perspectivas. Rev. Cubana Hig. Epidemiol. 1996;34(2):102-7.
- [15] Cuba, Ibarra EJ. Ambiente químico y salud en el trabajo. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2007.

[16] International Agency for Research on Cancer [homepage on the Internet]. Lyon: IARC; 2004 [actualizado 23 ago 2007; citado 25 sep 2007]. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Complete list of agents evaluated and their classification; [aprox. 2 p.]. Disponible en:
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>.

[17] International Labour Office. Occupational exposure limits for airborne toxic substances. Occupational Safety and Health Series N° 37. 3rd ed. Geneva: ILO; 1991.

[18] Izmerov NF, editor. Maximum allowable concentrations of harmful substances in the air of working zone (hygienic standards adapted in the USSR). Moscow: All-Union Association of Prophylactic Medicine and Ecology "PROMEDEC"; 1992.

[19] Lauwerys RR. Toxicologie Industrielle et intoxications professionnelles. 3^e éd. Paris / Milan / Barcelone / Mexico : Masson ; 1990.

[20] Mikheev MI. Towards WHO-recommended occupational exposure limits. Toxicol Lett 1995;77:183-7.

[21] National Institute for Occupational Safety and Health. Occupational exposure sampling strategy manual. Cincinnati: US Department of Health, Education, and Welfare; 1977.

[22] National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH pocket guide to chemical hazards. Cincinnati: US Department of Health and Human Services; 2006.

[23] WHO Expert Committee with participation of ILO. Methods uses in establishing permissible levels in occupational exposure to harmful agents. Technical Report Series N° 601. Geneva: World Health Organization; 1977.

[24] World Health Organization. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 170. Assessing human health risks of chemicals: Derivation of guidance values for health-based exposure limits. Geneva: WHO; 1994.