

# SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

02-01-96 NORMA Oficial Mexicana NOM-097-ECOL-1995, Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.

---

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-097-ECOL-1995, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE MATERIAL PARTICULADO Y OXIDOS DE NITROGENO EN LOS PROCESOS DE FABRICACION DE VIDRIO EN EL PAIS.

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I y VIII, 8o. fracciones II y VIII, 36, 37, 43, 110, 113, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 7o. fracciones II y IV, 16, 25, 46 y 49 de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y

## CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el 2 de diciembre de 1994 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** con carácter de Proyecto la presente Norma, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba número 20, 1er. piso, colonia Cuauhtémoc, código postal 06500, México, D.F.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado en el párrafo anterior, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del Comité, realizando las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de octubre de 1995.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 12 de junio de 1995, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-097-ECOL-1995, Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre y material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-097-ECOL-1995, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE MATERIAL PARTICULADO Y OXIDOS DE NITROGENO EN LOS PROCESOS DE FABRICACION DE VIDRIO EN EL PAIS.

## INDICE

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

6. Bibliografía

7. Observancia de esta Norma

## 0. Introducción

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, establecen que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país y que las emisiones de contaminantes a la atmósfera deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

En los procesos industriales para la fabricación de vidrio en nuestro país se generan emisiones importantes de material particulado y óxidos de nitrógeno, los cuales contribuyen a la contaminación atmosférica, además de ser precursores de compuestos secundarios como el ozono, por lo que es necesario su control a través del establecimiento de límites máximos permisibles, a fin de prevenir, controlar y reducir sus emisiones, lo cual contribuye a mejorar la calidad del aire y el bienestar de la población.

### 1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio, y es de observancia obligatoria para los responsables de la industria vidriera que cuenten con hornos de fundición de vidrio con capacidad superior a 5 ton/día (cinco toneladas por día).

1.2 Se excluyen los procesos de recalentamiento del vidrio, hornos artesanales, así como hornos de pintado y decorado del vidrio, es decir, aquellos que utilicen como materia prima el vidrio elaborado.

### 2. Referencias

Norma Mexicana NMX-AA-23. Terminología, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de julio de 1986.

Norma Mexicana NMX-AA-009. Determinación del flujo de gases en un conducto por medio del tubo pitot. Localización de puertos y plataformas de muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de diciembre de 1993.

Norma Mexicana NMX-AA-10. Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de mayo de 1974.

Norma Mexicana NMX-AA-35. Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 10 de junio de 1976.

Norma Mexicana NMX-AA-54. Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto (método gravimétrico), publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 2 de agosto de 1978.

### 3. Definiciones

#### 3.1 Ayuda eléctrica

Es la tecnología en la que la energía para fundir vidrio es suministrada parcialmente por energía eléctrica.

#### 3.2 Horno de fundición de vidrio

Instalación donde por medio de la acción del calor se funden diferentes materias primas para obtener varios tipos de vidrio.

#### 3.3 Hornos de fundición existentes

Son los instalados y/o proyectados y aprobados para su instalación por la autoridad competente antes de la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana.

#### 3.4 Horno de nueva creación

Es aquel horno de fundición de vidrio proyectado y aprobado para su instalación por la autoridad competente después de la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana.

### **3.5 Hornos reparados**

Aquellos hornos que han sufrido el cambio de material refractario en frío, por desgaste o encontrarse dañado, por material refractario nuevo, sin modificar la tecnología de operación del horno, considerándose éstos como hornos existentes.

### **3.6 Industria vidriera**

Las instalaciones en donde por medio de procesos de fundición se obtienen diferentes tipos de vidrio.

### **3.7 Modificación mayor de un horno**

Es aquella que involucra una inversión mayor al 50% (cincuenta por ciento) del costo de reposición a valor presente del horno, es decir que haya cambios cualitativos en sus instalaciones hasta por dicho monto.

### **3.8 Monitoreo continuo**

El que se realiza sostenidamente en un periodo de tiempo no menor a 60 minutos y su gráfico no presenta discontinuidad. El resultado del monitoreo continuo es el promedio del periodo muestreado.

### **3.9 Oxidos de nitrógeno**

Los compuestos que participan en reacciones fotoquímicas en la atmósfera, contribuyendo a la formación de ozono.

### **3.10 Predio**

Es el área de terreno que delimita la propiedad de una empresa, donde se realizan los procesos industriales que regula esta Norma Oficial Mexicana.

### **3.11 Resto del país**

Aquellas zonas no comprendidas en los puntos 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16 de esta Norma Oficial Mexicana.

### **3.12 Vidrio de color**

Se considera aquel que permite el paso de la luz visible menor al 83% (ochenta y tres por ciento).

### **3.13 Zona Fronteriza Norte**

La franja de 100 kilómetros de ancho comprendida en el territorio nacional, medida a partir de la línea divisoria terrestre entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América.

### **3.14 Zona Metropolitana de la ciudad de Guadalajara**

El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Jalisco: Guadalajara, Ixtlahuacán del Río, Tlaquepaque, Tonalá, Zapotlanejo y Zapopan.

### **3.15 Zona Metropolitana de la Ciudad de México**

El área integrada por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y los siguientes 18 municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad.

### **3.16 Zona Metropolitana de la ciudad de Monterrey**

El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Nuevo León: Monterrey, Apodaca, General Escobedo, Guadalupe, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Santa Catarina y Juárez.

## **4. Especificaciones**

**4.1** Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran zonas críticas por las altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera que registran, las siguientes:

Las zonas metropolitanas de la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, los centros de población de Coatzacoalcos-Minatitlán, en el Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca, en el Estado de

Guanajuato; Tula-Vito-Apasco, en el Estado de Hidalgo; Corredor Industrial de Tampico-Madero-Altamira, en el Estado de Tamaulipas, y la Zona Fronteriza Norte.

**4.2** Los niveles máximos permisibles de emisión de óxidos de nitrógeno son los establecidos en las tablas 1, 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

**TABLA 1**

<b>HORNOS EXISTENTES</b>			<b>EMISION MAXIMA PERMISIBLE DE OXIDOS DE NITROGENO EXPRESADOS EN KG/TON VIDRIO FUNDIDO</b>								
<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TECNOLOGIA</b>	<b>TIRO</b>	<b>ZONA CRITICA</b>						<b>RESTO DEL PAIS</b>		
			<b>ZMCM</b>			<b>OTRAS</b>			<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>
			<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>	<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>			
	Regenerativo	Chimenea	4.0	3.4	2.0	4.8	4.0	2.4	5.8	4.8	2.9
Envase vidrio		Morgan	7.2	6.0	3.6	8.6	7.2	4.5	8.6	7.2	4.3
calizo	Recuperativo	Chimenea	2.5	2.1	2.0	3.0	2.5	2.1	3.6	3.0	2.5
Envase-Vidrio	Regenerativo	Chimenea	15.0	10.0	5.0	30.0	27.0	10.0	33.0	30.0	12.0
borosilicato											
Plano color	Regenerativo	Chimenea	10.8	9.0	6.5	11.6	9.7	7.0	12.4	10.4	7.5
Plano claro	Regenerativo	Chimenea	7.8	6.5	6.0	8.4	7.0	6.5	9.0	7.5	7.0
Cristal plomo	Unit Melter	Chimenea	4.8	4.0	2.4	5.8	4.8	2.9	6.8	5.6	3.4
Calizo cristalino		Regenerativo				Chimenea	7.2	6.0	5.0	8.6	7.2
	10.0	8.4	7.0								
Cristal calizo de		Unit Melter	Chimenea	7.2	6.0	5.0	8.6	7.2	6.0	10.0	
	8.4	7.0									
color	Regenerativo	Chimenea	10.8	9.0	6.5	11.6	9.7	7.0	12.4	10.4	7.5
Borosilicato	Regenerativo	Chimenea	15.0	10.0	5.0	30.0	27.0	10.0	33.0	30.0	12.0
cristalino y opalino											
Fibras de vidrio		Cualquiera	Chimenea	8.0	7.0	4.0	8.5	8.0	4.2	8.5	
	8.0	4.2									

**TABLA 2**

<b>HORNOS DE NUEVA CREACION O CON MODIFICACION MAYOR</b>			<b>EMISION MAXIMA PERMISIBLE DE OXIDOS DE NITROGENO EXPRESADOS EN KG/TON VIDRIO FUNDIDO</b>					
<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TECNOLOGIA</b>	<b>TIRO</b>	<b>ZMCM</b>			<b>OTRAS ZONAS CRITICAS</b>		<b>RESTO DEL PAIS</b>
			<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>	<b>1a.</b>	<b>2a.</b>	<b>3a.</b>
<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TECNOLOGIA</b>	<b>TIRO</b>						
<b>VIDRIO</b>								
Envase calizo	Cualquiera	Chimenea		2.0		2.6		3.2
claro								
Envase	Cualquiera	Chimenea		5.0		10.0		12.0
borosilicato								
Plano color	Cualquiera	Chimenea		6.5		7.0		7.5
Plano claro	Cualquiera	Chimenea		6.0		6.5		7.0
Cristal plomo								
y calizo								
cristalino	Cualquiera	Chimenea		5.0		6.0		7.0

**TABLA 3**

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>EMISIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE OXIDOS DE NITROGENO EN KG/TON VIDRIO FUNDIDO</b>
Vidrio envase calizo claro	10.0
Vidrio envase calizo color	11.0
Vidrio envase borosilicato	35.0
Vidrio plano color y claro	13.0
Vidrio cristal (calizo, opalino y plomo)	11.0
Vidrio cristal borosilicato	35.0
Vidrio ópalo borosilicato	35.0
Fibra de vidrio	10.0

**4.3** Cuando un mismo propietario tenga más de un horno en un mismo predio, el valor de emisión a comparar será el valor ponderado de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ec. 1



Donde:

$E_p$  = emisión ponderada, expresada en kilogramos por tonelada de vidrio fundido.

$W_i$  = producción correspondiente a cada horno, expresada en toneladas por día de vidrio fundido.

$E_i$  = emisión correspondiente a cada horno, expresada en kilogramos por tonelada de vidrio fundido, calculada según la ecuación 3 para óxidos de nitrógeno y la ecuación 5 para material particulado.

$i$  = subíndice que indica el número de horno.

$n$  = número de hornos considerados.

**4.4** Cuando el mismo propietario tenga más de un horno en un mismo predio, el valor máximo permisible de emisión será el resultante de la ponderación de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ec. 2



Donde:

$E_{max}$  = emisión máxima permisible, expresada en kilogramos por tonelada de vidrio fundido.

$E_m$  = emisión permisible al horno correspondiente, tomado de las tablas 1, 2, 3 o 4 para material particulado, expresadas en kilogramos por tonelada de vidrio fundido.

$W$  = producción correspondiente a cada horno considerado, expresada en tonelada por día de vidrio fundido.

$i$  = subíndice que indica el número de horno.

$n$  = número de hornos considerados.

La emisión a comparar con el resultado de la ecuación 2 deberá ser calculada con la ecuación 1.

**4.5** La emisión de óxidos de nitrógeno en cada horno deberá ser calculada con la siguiente ecuación:

Ec. 3

$$E = (2.71 \times 10^{-3}) \frac{Q * N}{W}$$

Donde:

$E$  = emisión de óxidos de nitrógeno, expresada en kilogramos por tonelada de vidrio fundido.

$Q$  = flujo de gases medido en la chimenea, referida a condiciones de 298K (doscientos noventa y ocho grados Kelvin), 25°C (veinticinco grados centígrados), 760 mmHg (setecientos sesenta milímetros de mercurio) (101325 unidades Pascal) y base seca, expresado en m<sup>3</sup>/min (metros cúbicos por minutos).

$N$  = concentración de óxidos de nitrógeno, expresada en PPMV (partes por millón en volumen) como NO<sub>2</sub>, base seca a 760 mmHg (setecientos sesenta milímetros de mercurio), 298K (doscientos noventa y ocho grados Kelvin).

$W$  = producción del horno correspondiente, expresada en toneladas por día de vidrio fundido.

**4.6** La emisión máxima permisible de partículas en hornos de fundición de vidrio será calculada con la ecuación 4 y con las tablas 4 y 5 para todas las especialidades, a excepción de vidrios borosilicatos y específicamente de envase y cristalería, las cuales se regirán por la misma ecuación 4 y con las tablas 6 y 7 de esta Norma Oficial Mexicana:

Ec. 4

$$P = \frac{K_1 * Q^{0.58}}{W}$$

Donde:

$P$  = emisión permisible de partículas, expresada en kilogramos por tonelada de vidrio fundido.

$Q$  = flujo de gases medido en la chimenea, expresado en m<sup>3</sup>/min (metro cúbico por minuto) y referido a condiciones de 298K (doscientos noventa y ocho grados Kelvin), 25°C (veinticinco grados centígrados), 760 mmHg (setecientos sesenta milímetros de mercurio) (101325 unidades Pascal) y base seca.

$W$  = producción del horno correspondiente, expresada en toneladas por día de vidrio fundido.

$K_1$  = constante cuyos valores se indican en las tablas 4, 5, 6 o 7, según corresponda a la especialidad del vidrio y a las fechas de cumplimiento.

**TABLA 4**

Constante  $K_1$  vidrios calizos después de 18 meses de entrada la Norma en vigor:

ETAPA	ZMCM	OTRAS ZONAS	ZONAS RESTO
-------	------	-------------	-------------

		CRITICAS	DEL PAIS
1a.	4.35	5.20	6.52
2a.	4.0	4.7	5.9
3a.	2.2	3.1	4.56
Hornos de nueva creación o reconstruidos	2.2	3.1	4.56

**TABLA 5**

Constante  $K_1$  vidrios calizos primeros 18 meses de entrada la Norma en vigor:

ZONA	FACTOR $K_1$
ZMCM	7.0
Otras zonas críticas	8.5
Zonas resto del país	12.0

**TABLA 6**

Constante  $K_1$  para vidrios y cristales borosilicatos después de 18 meses de entrada la Norma en vigor:

ETAPA	ZMCM	OTRAS ZONAS CRITICAS	ZONAS RESTO DEL PAIS
1ª.	8.7	10.4	13.04
2ª.	8.0	9.4	11.80
3ª.	4.4	6.2	9.12
Hornos de nueva creación o reconstruidos	4.4	6.2	6.20

**TABLA 7**

Constante  $K_1$  para vidrios y cristales borosilicatos primeros 18 meses de entrada la Norma en vigor:

ZONA	FACTOR $K_1$
ZMCM	14.0
Otras zonas críticas	17.0
Zonas resto del país	24.0

4.7 Las emisiones de partículas a comparar deberán ser calculadas conforme a la siguiente ecuación para todas las especialidades de vidrio y haciendo uso de la Tabla 8.

Ec. 5

$$PM = \frac{(1.44 \times 10^{-3} Q * C)}{W}$$

Donde:

P = emisión de partículas medidas en kg/Ton (kilogramos por tonelada) de vidrio fundido.

Q = el flujo de gases medido en la chimenea, expresado en m<sup>3</sup>/min (metro cúbico por minuto) y referido a condiciones de 298 K (doscientos noventa y ocho grados Kelvin), 25°C (veinticinco grados centígrados), 760 mmHg (setecientos sesenta milímetros de mercurio) (101325 unidades Pascal) y base seca.

C = concentración de partículas medidas en la chimenea isocinéticamente, expresada en  $\text{mg}/\text{m}^3$  (metro cúbico por minuto) a  $25^\circ\text{C}$  (veinticinco grados centígrados), 760 mmHg (setecientos sesenta milímetros de Mercurio) y base seca.

$K_2$  = constante cuyo valor depende de la especialidad del vidrio como sigue:

**TABLA 8**

<b>ESPECIALIDAD DE VIDRIO</b>	<b>VALOR DE <math>K_2</math></b>
VIDRIO ENVASE (Cristal, calizo y plomo)	6
BOROSILICATO FIBRA DE VIDRIO LANA DE VIDRIO VIDRIO PLANO	12

**4.8** Los hornos con capacidad de producción superior a 100 Ton (cien toneladas) de vidrio fundido por día y ubicados en zonas críticas, deberán contar con medición continua de óxidos de nitrógeno en la chimenea en conjunto con la concentración de  $\text{O}_2$  (oxígeno) y CO (monóxido de carbono), y deberá registrarse diariamente en su bitácora de operación.

**4.9** Los hornos de capacidad inferior a 100 Ton (cien toneladas) por día y aquellos ubicados en zonas del resto del país, deberán verificar sus emisiones de  $\text{NO}_x$  (óxidos de nitrógeno) por lo menos cada seis meses.

**4.10** Los hornos deberán verificar sus emisiones de material particulado cada seis meses.

**4.11** Los reportes de emisión deberán incluir además de los parámetros de la medición en la chimenea, las condiciones de operación en que se realizó, tales como: producción, temperatura del horno, volumen y tipo de combustible a  $20^\circ\text{C}$  y  $1 \text{ Kg}/\text{cm}^2$  (veinte grados centígrados y un kilogramo por centímetro cuadrado), porcentaje de vidrio reciclado (CULLET), tipo de vidrio y/o producto procesado.

## **5. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales**

**5.1** No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

## **6. Bibliografía**

**6.1** Método 7 E US-EPA 1989.

Determinación de óxidos de nitrógeno por quimiluminiscencia.

## **7. Observancia de esta Norma**

**7.1** La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

**7.2** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los treinta días de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

**7.3** Las etapas de cumplimiento para las emisiones de óxidos de nitrógeno y material particulado referidas en las tablas 1, 4 y 6 de esta Norma, serán:

Primera etapa. Dieciocho meses después de la entrada en vigor de esta Norma.

Segunda etapa. Cuarenta y ocho meses después de la entrada en vigor de esta Norma.

Tercera etapa. Ciento veinte meses después de la entrada en vigor de esta Norma.

**7.4** En tanto se inician las etapas mencionadas en el punto anterior, los hornos de fusión de vidrio deben cumplir con los límites de emisión para óxidos de nitrógeno y material particulado, establecidos en las tablas 3, 5 o 7, según corresponda, calculados conforme a la ecuación 4 establecida en el punto 4.7 de esta Norma Oficial Mexicana.

México, Distrito Federal, a los tres días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y cinco.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.