

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-ECOL-1994, CONTAMINACION ATMOSFERICA-FUENTES FIJAS.- PARA FUENTES FIJAS QUE UTILIZAN COMBUSTIBLES FOSILES SOLIDOS, LIQUIDOS O GASEOSOS O CUALQUIERA DE SUS COMBINACIONES, QUE ESTABLECE LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE HUMOS, PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES, BIOXIDOS DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO Y LOS REQUISITOS Y CONDICIONES PARA LA OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CALENTAMIENTO INDIRECTO POR COMBUSTION, ASI COMO LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE BIOXIDO DE AZUFRE EN LOS EQUIPOS DE CALENTAMIENTO DIRECTO POR COMBUSTION.**

(Publicada en el D.O.F. de fecha 02 de diciembre de 1994)<sup>1</sup>

## **PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

- **SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL**
  - . Instituto Nacional de Ecología
  - . Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- **SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL**
  - . Dirección General de Normas
- **SECRETARIA DE SALUD**
  - . Dirección General de Salud Ambiental
- **SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL**
  - . Subsecretaría de Hidrocarburos
- **GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO**
  - . Secretaría de Ecología
- **DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL**
  - . Dirección General de Proyectos Ambientales
  - . Dirección General de Ecología
  - . Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México
- **COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**
  - . Gerencia de Protección Ambiental
- **PETROLEOS MEXICANOS**
  - . Auditoría de Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Ahorro de Energía
  - . Gerencia de Protección Ambiental y Ahorro de Energía
  - . Pemex-Refinación
  - . Pemex-Gas y Petroquímica Básica
  - . Gerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
- **ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A.C.**

---

<sup>1</sup> Modificación a la norma NOM-085-ECOL-1994, publicada en el DOF de fecha 11 de noviembre de 1997.

---

- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA
- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO
- CAMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE BAÑOS Y BALNEARIOS
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA HULERA
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE ACEITES, GRASAS Y JABONES
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LAVANDERIAS
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA PANIFICADORA
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA
- CELANESE MEXICANA, S.A.
- INDUSTRIAL QUIMICA DE MEXICO

### 1. OBJETO

Norma Oficial Mexicana para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión; así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

### 2. CAMPO DE APLICACION

Norma Oficial Mexicana para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, será de observancia obligatoria para el uso de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como para los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado. Será obligatoria igualmente sólo en emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.

Se exceptúan los equipos domésticos de calentamiento de agua, de calefacción y las estufas utilizados en casas habitación, escuelas, hospitales y centros recreativos, en las industrias cuando estos equipos sean utilizados en las áreas de servicios al personal, sin embargo, aplicará para el caso de industrias, comercios y servicios, cuando los equipos y sistemas de combustión en lo individual o la suma de varios rebasen los 10 cc de capacidad nominal en cada instalación.

También se exceptúan los quemadores industriales de campo, el sistema de regeneración de las plantas de desintegración catalítica, las plantas recuperadoras de azufre y los procesos de calentamiento directo que producen bióxido de azufre adicional al proveniente del combustible.

### 3. REFERENCIAS

- NMX-AA-01 Determinación de la densidad aparente visual de humo.  
NMX-AA-09 Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot.  
NMX-AA-10 Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases que fluyen por conducto.  
NMX-AA-23 Terminología.

- NMX-AA-35 Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión.  
NMX-AA-54 Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por conducto.  
NMX-AA-55 Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto.

#### **4. DEFINICIONES**

##### **4.1 Calentamiento directo.**

La transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso.

##### **4.2 Calentamiento indirecto.**

La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

##### **4.3 Capacidad nominal.**

La potencia térmica de diseño de un equipo de combustión indicada por el fabricante.

##### **4.4 Certificado de emisión.**

El documento expedido por la Secretaría de Desarrollo Social que acredita la cantidad de contaminantes a la atmósfera que puede emitir una fuente fija en un año de acuerdo a su capacidad nominal y al nivel regional de emisiones.

##### **4.5 Combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos.**

**4.5.1.** Los combustibles sólidos se refieren a las variedades de carbón mineral cuyo contenido fijo de carbono varía desde 10% hasta 90% en peso y al coque de petróleo.

**4.5.2.** Los combustibles fósiles líquidos o gaseosos son los derivados del petróleo y gas natural tales como petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasóleo, gas L.P., butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

##### **4.6 Ciclo combinado**

Proceso para la obtención de calor en dos etapas que incluye en la primera, la generación de gases de combustión y la expansión de los mismos y en la segunda, transferencia y recuperación del calor con propósito de generación de energía eléctrica.

##### **4.7 Consumo energético horario.**

Es la cantidad empleada de un combustible por hora multiplicada por su poder calorífico y se expresa en MJ/h.

##### **4.8 Densidad de humo**

La concentración de partículas sólidas o líquidas transportadas por la corriente de gases producto de una combustión incompleta.

**4.9** Equipo de combustión existente

El instalado y/o el proyectado y aprobado para su instalación por la autoridad competente antes de la publicación de la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.10** Equipo de combustión nuevo

El instalado por primera vez, por sustitución de un equipo existente o aprobado por la autoridad competente, en fecha posterior a la publicación de la presente Norma Oficial Mexicana.

**4.11** Fuente Fija

La instalación o conjunto de instalaciones pertenecientes a una sola persona física o moral, ubicadas en una poligonal cerrada que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**4.12** Límite de emisión ponderada.

El promedio permisible de descarga de un contaminante a la atmósfera, aplicable a cada fuente fija.

**4.13** Monitoreo continuo.

El que se realiza con equipo automático con un mínimo de 15 lecturas en un periodo no menos a 60 min. y no mayor a 360 min. El resultado del monitoreo es el promedio del periodo muestreado.

**4.14** Número de mancha.

El valor numérico que se obtiene al comparar la mancha producto del paso de un cierto volumen de gas de combustión por un papel filtro con las tonalidades de la escala patrón equivalente.

**4.15** Operación de arranque del equipo de combustión.

El inicio de operación de los procesos de combustión.

**4.16** Operación de soplado.

La limpieza de hollín de los tubos de una caldera mediante la inyección de aire, vapor u otro fluido a presión

**4.17** Resto del país.

Es toda la extensión territorial nacional excluyendo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, (ZMCM) y las Zonas Críticas.

**4.18** Región.

Se consideran regiones a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y cada una de las zonas críticas.

**4.19** 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.

#### **4.20 Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)**

El área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 17 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 y Tultitlán.

#### **4.21 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.

#### **4.22 Zonas Críticas**

Se consideran Zonas Críticas (ZC): las zonas metropolitanas de Monterrey y Guadalajara; los centros de población de: Coatzacoalcos-Minatitlán (municipios de Coatzacoacos, Minatitlán, Ixhuatlán del Sureste, Cosoleacaque y Nanchital), en el Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca (municipio de Celaya, Irapuato, Salamanca y Villagrán), en el Estado de Guanajuato; Tula-Vito-Apasco (municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelipan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxoapan y Apaxco) en los estados de Hidalgo y de México; corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira (municipios de Tampico, Altamira y Cd. Madero), en el Estado de Tamaulipas; el Municipio de Tijuana, en el Estado de Baja California y el Municipio de Cd. Juárez, en el Estado de Chihuahua.

#### **4.23 Nivel regional de emisión**

El promedio permisible de descarga de un contaminante a la atmósfera, aplicable a un conjunto de fuentes fijas localizadas en una zona crítica.

### **5. ESPECIFICACIONES**

**5.1** Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre de los equipos de combustión de las fuentes fijas a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, son los establecidos en las tablas 4 y 5.

**5.2** Cuando existan dos o más ductos de descarga cuyos equipos de combustión utilicen en forma independiente o conjunta combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos, podrán sujetarse a los valores de emisión contemplados en las tablas 4 y 5 o ponderar las emisiones de sus ductos de descarga en función de la capacidad térmica del equipo o conjunto de equipos de combustión mediante la utilización de la ecuación (1) y de la combinación de los combustibles fósiles utilizados de acuerdo a la Tabla 1; y cuyo resultado deberá de cumplir con el límite máximo promedio permisible, que resulta de promediar ponderadamente los límites máximos permisibles de emisión contemplados en las tablas 4 y 5 de los equipos de combustión de una fuente fija al utilizar la ecuación (2).

**TABLA 1**

| Combinación de combustibles | Límite de Referencia |
|-----------------------------|----------------------|
| Gas/líquido                 | Líquidos             |
| Gas/sólido                  | Sólidos              |
| Líquido/sólido              | Líquidos             |
| Gas/líquido/sólido          | Líquidos             |

Como alternativa la ecuación (3) para aquellos equipos de combustión que individualmente no cuenten con un sistema de medición y registro de alimentación de combustible.

Ecuación 1

$$Ep_{CT} = \frac{E_{CT1} \cdot CT_1 + E_{CT2} \cdot CT_2 + \dots + E_{CTn} \cdot CT_n}{CT_1 + CT_2 + \dots + CT_n}$$

Donde:

**EPCT** = Emisión ponderada expresada en kg/10<sup>6</sup> kcal

**ECT1** = Emisión de contaminante determinado en cada equipo de combustión expresada en kg/10<sup>6</sup> kcal.

**CTi** = Carga térmica de cada equipo de combustión, expresada en kcal/h. Se obtiene al multiplicar el consumo de combustible por su poder calorífico.

**i** = 1,2... n en donde “n” es el número de equipos de combustión existentes en una misma fuente.

Ecuación 2

$$LEP = \frac{LE_1 * C_1 + LE_2 * C_2 + \dots + LE_n * C_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

Donde:

**LEP** = Límite Máximo Promedio Permisible por Fuente Fija expresada en kg/10<sup>6</sup> kcal. o partes por millón en volumen

**LEi** = Límite Máximo Permisible de Emisión de contaminantes para el equipo de combustión i, seleccionado de las tablas 4 o 5 en función del tipo de combustible, expresado en kg/10<sup>6</sup> kcal. o partes por millón de volumen

**Ci** = Consumo energético del equipo de combustión i expresado en kg/10<sup>6</sup> kcal. por hora (Anexo 5).

**i** = Número consecutivo (1,2,3.....,n) que se asigna a las fuentes existentes.

**n** = Número total de equipos de combustión existentes dentro de un mismo predio.

Ecuación 3

$$Ep_e = \frac{E_1 \cdot Q_1 + E_2 \cdot Q_2 + \dots + E_n \cdot Q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}$$

Donde:

**EPQ** = Emisión ponderada en base a flujo en chimenea, expresada en unidades de concentración según se indica en las tablas 4 y 5.

**EI** = Emisión determinada en cada equipo de combustión, expresada en unidades de concentración según se indica en las tablas 4 y 5.

**i** = 1,2,...,n

**Q** = Flujo en chimenea expresado en m<sup>3</sup>/min. a condiciones de 760 mm de Hg a 25°C, base seca y 5% de oxígeno.

**5.3** Las fuentes fijas cuya capacidad total en equipos de combustión sea mayor a 43,000 MJ/h, deberán respaldar el total de las emisiones de bióxido de azufre con certificados de emisión, los cuales serán asignados con base en los niveles regionales establecidos en la Tabla 2 y no deberán sobrepasar los límites de emisión ponderada indicados en la Tabla 5.

**TABLA 2**

| REGION                                    | EMISION DE SO2<br>(kg/10 <sup>6</sup> Kcal) |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Zona Metropolitana de la Ciudad de México | 0.36                                        |
| Zonas Críticas                            | 1.44                                        |

Conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, la Secretaría de Desarrollo Social establecerá el esquema de regionalización, los procedimientos y el programa para que las fuentes fijas a que se refiere este numeral, cumplan con los límites de emisión ponderada por fuente fija, así como los niveles regionales de emisión, tomando en consideración el avance de los programas de infraestructura de suministro de combustibles.

**5.4** Los equipos de combustión existentes deberán cumplir con los límites de óxidos de nitrógeno consignados en la Tabla 4 a partir de 1998 con los límites de la Tabla 5. Todo equipo de combustión nuevo deberá cumplir con los límites e emisiones de óxidos de nitrógeno consignados en la Tabla 5.

**5.5** La operación de soplado que requieren los equipos de combustión de proceso continuo que utilicen combustibles sólidos o líquidos, deberá efectuarse con una frecuencia de por lo menos una vez por turno o de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El tiempo de soplado no deberá exceder de 25 min. por soplador o deshollinador, cuando se trate de equipos con capacidad mayor a 43,000 MJ/h y de 10 min. para los menores.

**5.6** Los combustibles que se distribuyan en México deberán cumplir con la calidad ecológica necesaria para cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en esta Norma. Las empresas que

suministren combustibles sólidos y líquidos deberán certificar en las facturas de embarque de éstos, el contenido de azufre expresado en por ciento en peso. La descarga de bióxido de azufre a la atmósfera de equipos que usen combustibles gaseosos, sólidos y líquidos o cualquiera de sus combinaciones, se calculará con base en el consumo mensual de éstos y al contenido de azufre certificado por el proveedor.

Para efectos de verificación y en su caso, de sanción, el nivel de emisión se calculará mediante la ecuación 4:

Ecuación 4

$$Ne = \frac{\sum Q_i * FEC_i * FCI}{\sum Q_i * FCI}$$

Donde:

**i** = Número de combustibles/equipos que se utilizan.

**Q<sub>i</sub>** = Cantidad de combustible consumido en un equipo durante un periodo determinado.

**FEC<sub>i</sub>** =Factor de emisiones específico al tipo de combustible, según datos de la Tabla 3.

**FCi** = Factor de conversión para obtener el nivel de emisiones en kg de SO<sub>2</sub>/10<sup>6</sup> kcal.

**Ne** = Nivel de emisión.

**TABLA 3**

| Combustible                          | Factor de emisión<br>kg de SO <sub>2</sub> /10 <sup>6</sup> kcal |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Combustóleo con 0% en peso de azufre | 2.04                                                             |
| Combustóleo con 2% en peso de azufre | 4.08                                                             |
| Combustóleo con 4% en peso de azufre | 8.16                                                             |
| Diesel con 0.5% en peso de azufre    | 0.91                                                             |
| Gas Natural                          | 0 (Cero)                                                         |

Para los combustibles que no están contemplados en esta tabla, el factor de emisión se calculará de acuerdo a la ecuación 5.

$$\text{Factor de emision} = \frac{\frac{\%S}{100} \left[ \frac{KgS}{KgCombustible} \right] * 2 \left[ \frac{KgSO_2}{KgS} \right]}{\text{Poder calorifico} \left[ \frac{10^6 Kcal}{Kgcombustible} \right]} = \left[ \frac{KgSO_2}{10^6 Kcal} \right]$$

Donde:

**% S** = % en peso de azufre del combustible.

## **6. REQUISITOS Y CONDICIONES PARA LA OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE COMBUSTION**

### **6.1 Requisitos**

**6.1.1** Los responsables de los equipos de combustión de las fuentes fijas referidas en esta Norma Oficial Mexicana deben observar, según proceda, los siguientes requisitos de operación:

**6.1.1.1** Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de combustión, medición y análisis de las emisiones y de los certificados de calidad del combustible empleado.

**6.1.1.2** La bitácora deberá tener como mínimo la siguiente información:

Control de operación: fecha, turno, hora de reporte, presión de vapor, temperatura de gases, temperatura del agua de alimentación, temperatura y presión de combustión, color de humo, purga de fondo, purga de nivel, disparo válvula de seguridad, consumo de combustible. Controles: de presión, bomba agua de alimentación paro y arranque, paro por fallo de flama.

Control de emisiones contaminantes: eficiencia, temperatura de gases, aire en exceso, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, opacidad de humo, datos del combustible empleado según certificado, análisis de emisiones según Tabla 6: densidad de humo, partículas (PST), bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y análisis de agua de alimentación.

**6.1.1.3** La medición y análisis de las emisiones deben realizarse con la frecuencia y métodos que se indican en la Tabla 6.

**6.1.1.4** Los métodos equivalentes a que se refiere la Tabla 6 tendrán que ser los que se consideran en el Anexo 3 de esta Norma Oficial Mexicana, o algún otro que demuestre la misma precisión con previa autorización de la autoridad competente.

### **6.2 Condiciones**

**6.2.1** Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera establecidos en las tablas 4 y 5 de la presente Norma Oficial Mexicana sólo podrán rebasarse en el caso de:

**6.2.1.1** Operaciones de arranque del equipo de combustión, siempre que no excedan 15 min. y la operación no se repita más de dos veces al día en equipos de capacidad menor a 43,000 MJ/h y 18 hrs para alcanzar la máxima carga o capacidad en los equipos mayores de 43,000 MJ/h.

Cuando por las características de los procesos y/o de los equipos de combustión se justifique técnicamente que se requiere mayor tiempo para su arranque, lo deberán comunicar a la autoridad competente.

**6.2.1.2** Operaciones de soplado, siempre y cuando se ajusten a lo establecido en el punto 5.5 de esta Norma

**6.2.2** Para los efectos de cuantificación de las emisiones de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno deben seguirse los procedimientos establecidos en las Normas Mexicanas correspondientes, o en su caso, los que establezca la autoridad competente.

**6.2.3** Cuando por una chimenea confluyan otras corrientes gaseosas para ser descargadas a la atmósfera conjuntamente con las generadas por las de combustión, la medición de las emisiones deberá realizarse por separado.

**6.2.4** En el caso de que no se cuente con las especificaciones sobre la capacidad nominal de combustión, ésta se determinará mediante la ecuación 6.

Ecuación 6

$$HN = HC \cdot V$$

Donde:

**HN** = Capacidad térmica del equipo de combustión, expresada en megajoules por hora, (MJ/h).

**HC** = Poder calorífico del combustible empleado, expresado en megajoules por kilogramo, (MJ/kg).

**V** = Consumo de combustible, expresado en kilogramos por hora, (kg/h).

**6.2.5** Cuando se utilicen simultánea o alternadamente dos o más combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, la capacidad nominal del equipo de combustión se determinará mediante la ecuación 7.

Ecuación 7

$$Hp_N = \frac{H_{c1} \cdot V_1 + H_{c2} \cdot V_2 + \dots + H_{cn} \cdot V_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$

Donde:

**Hp<sub>N</sub>** = Capacidad térmica ponderada del equipo de combustión, expresada en megajoules por hora (MJ/h).

**H<sub>c1</sub>** = Poder calorífico de cada uno de los combustibles empleados, expresado en megajoules por kilogramo /MJ/kg).

**V<sub>1</sub>** = Consumo de cada combustible, expresado en kilogramo por hora (kg/h).

**i** = 1,2,..., n en donde “n” es el número de combustibles usados en un mismo equipo de combustión.

Para la presente Norma Oficial Mexicana se consideran los poderes caloríficos de los combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos indicados en el Anexo 4.

## 7. VIGILANCIA.

**7.1** La Secretaría de Desarrollo Social por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como los Gobiernos del Distrito Federal, de las entidades federativas y, en su caso, de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, vigilarán el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

## 8. SANCIONES.

**8.1** El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Atmósfera y los demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## **9. VIGENCIA.**

**9.1** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

**9.2<sup>(2)</sup>** Los límites de emisión establecidos en la tabla 2 y los niveles regionales a que se refiere el numeral 5.3, serán aplicables a partir de que opere la instrumentación del esquema de certificados de emisión transferibles, lo que será notificado por la Secretaría mediante publicación en el **Diario Oficial de la Federación** al menos un año antes de su entrada en vigor.

Los límites de emisión a que se refiere la tabla 5 serán aplicables a partir del 1o. de enero de 1998, salvo los casos que se determinen conforme a lo dispuesto en el siguiente párrafo.

En las zonas críticas en las que no exista disponibilidad de los combustibles con la calidad ecológica que establezcan las normas oficiales mexicanas respectivas, el Instituto Nacional de Ecología, previa consulta con el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, suspenderá la aplicación de los límites de emisión de las tablas 2 y 5 por lo que hace a bióxido de azufre y partículas, aplicando los valores señalados en la tabla 4 en tanto subsista dicha situación.

Para efectos del párrafo anterior, las zonas críticas abastecidas por la refinería de Cadereyta (Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, el corredor industrial Tampico-Madero-Altamira, Tamaulipas y la termoeléctrica de Samalayuca, Chihuahua), deberán aplicar los límites de emisión de la tabla 4 hasta que la Secretaría notifique por medio del **Diario Oficial de la Federación** al menos 30 días antes de su entrada en vigor, la conclusión del proceso de reconfiguración de dicha refinería.

### **TRANSITORIO DE LA MODIFICACION A ESTA NORMA, PUBLICADO EN EL D.O.F. EL 11 DE NOVIEMBRE DE 1997.**

La presente modificación entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Dada en la Ciudad de México, D.F., a los siete días del mes de octubre de mil novecientos noventa y siete.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

---

<sup>(2)</sup> Este punto fue modificado, mediante Decreto de modificación a esta norma, publicado en el DOF de 11 de noviembre de 1997.

TABLA 4

1994 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1997

Notas y significados de siglas en Anexo 1

| CAPACIDAD<br>DEL EQUIPO<br>DE COMBUS-<br>TION<br>MJ/h | TIPO DE<br>COMBUS<br>TIBLE<br>EMPLEADO | DENSIDAD<br>DEL HUMO              | PARTICULAS (PST)<br>mg/m3 (kg/106 kcal) |                |                | BIOXIDO DE AZUFRE<br>ppm V (kg/106 kcal)<br>(1) (2) |                |                | OXIDOS DE<br>NITROGENO<br>ppm V (kg/106 kcal)<br>(1) (2) |                |                | EXCESO DE<br>AIRE DE<br>COMBUS-<br>TION<br>% volumen<br>(4) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                       |                                        | Número de<br>mancha u<br>opacidad | ZMC<br>M                                | ZC             | RP             | ZMC<br>M                                            | ZC (5)         | RP             | ZMC<br>M                                                 | ZC (3)         | RP             |                                                             |
| Hasta 5,250                                           | Combustóleo<br>o<br>gasóleo            | 4                                 | NA                                      | NA             | NA             | 1100<br>(4.08)                                      | 2100<br>(7.80) | 2600<br>(9.81) | NA                                                       | NA             | NA             | 60                                                          |
|                                                       | Otros<br>líquidos                      | 3                                 | NA                                      | NA             | NA             | 1100<br>(4.08)                                      | 2100<br>(7.81) | 2600<br>(9.81) | NA                                                       | NA             | NA             |                                                             |
|                                                       | Gaseosos                               | 0                                 | NA                                      | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | NA                                                       | NA             | NA             |                                                             |
| De 5,250 a<br>43,000                                  | Líquidos                               | NA                                | 100<br>(0.142)                          | 425<br>(0.604) | 600<br>(0.852) | 1100<br>(4.08)                                      | 2100<br>(7.80) | 2600<br>(9.81) | 220<br>(0.588)                                           | 300<br>(0.801) | 400<br>(1.064) | 50                                                          |
|                                                       | Gaseosos                               | NA                                | NA                                      | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | 220<br>(0.563)                                           | 300<br>(0.767) | 400<br>(1.023) |                                                             |
| De 43,000 a<br>11.000                                 | Líquidos                               | NA                                | 100<br>(0.142)                          | 425<br>(0.604) | 550<br>(0.781) | 1100<br>(4.08)                                      | 2100<br>(7.81) | 2600<br>(9.81) | 180<br>(0.481)                                           | 300<br>(0.801) | 400<br>(1.069) | 40                                                          |
|                                                       | Gaseosos                               | NA                                | NA                                      | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | 180<br>(0.460)                                           | 300<br>(0.767) | 400<br>(1.023) |                                                             |
|                                                       | Sólidos                                | NA                                | 70<br>(0.105)                           | 325<br>(0.496) | 435<br>(0.664) | 1100<br>(4.32)                                      | 2100<br>(8.24) | 2600<br>(9.81) | 160<br>(0.449)                                           | 280<br>(0.785) | 400<br>(1.122) |                                                             |

|                     |          |    |               |                |                |                |                |                |                |                |                |    |
|---------------------|----------|----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Mayor de<br>110,000 | Líquidos | NA | 70<br>(0.099) | 325<br>(0.462) | 500<br>(0.710) | 1100<br>(4.12) | 2100<br>(7.81) | 2600<br>(9.81) | 160<br>(0.427) | 280<br>(0.748) | 400<br>(1.069) | 30 |
|                     | Gaseosos | NA | NA            | NA             | NA             | NA             | NA             | NA             | 160<br>(0.409) | 280<br>(0.716) | 400<br>(1.023) |    |

**TABLA 5**  
**1o. ENERO DE 1998 EN ADELANTE**

Notas y significados de siglas en Anexo 2

| CAPACIDAD<br>DEL EQUIPO<br>DE COMBUS-<br>TION<br>MJ/h | TIPO DE<br>COMBUS-<br>TIBLE<br>EMPLEADO | DENSIDAD<br>DEL HUMO              | PARTICULAS (PST)<br>mg/m3 (kg/106 kcal)<br>(1) (2) |                |                | BIOXIDO DE AZUFRE<br>ppm V (kg/106 kcal)<br>(1) (2) |                |                | OXIDOS DE<br>NITROGENO<br>ppm V (kg/106 kcal)<br>(1) |                |                | EXCESO DE<br>AIRE DE<br>COMBUS-<br>TION<br>% volumen<br>(5) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                       |                                         | Número de<br>mancha u<br>opacidad | ZMC<br>M                                           | ZC (3)         | RP             | ZMC<br>M                                            | ZC (3)         | RP             | ZMC<br>M                                             | ZC (4)         | RP             |                                                             |
| Hasta 5,250                                           | Combustóleo<br>o<br>gasóleo             | 3                                 | NA                                                 | NA             | NA             | 550<br>(2.04)                                       | 1100<br>(4.08) | 2200<br>(8.16) | NA                                                   | NA             | NA             | 50                                                          |
|                                                       | Otros<br>líquidos                       | 2                                 | NA                                                 | NA             | NA             | 550<br>(2.04)                                       | 1100<br>(4.08) | 2200<br>(8.16) | NA                                                   | NA             | NA             |                                                             |
|                                                       | Gaseosos                                | 0                                 | NA                                                 | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | NA                                                   | NA             | NA             |                                                             |
| De 5,250 a<br>43,000                                  | Líquidos                                | NA                                | 75<br>(0.106)                                      | 350<br>(0.497) | 450<br>(0.639) | 550<br>(2.04)                                       | 1100<br>(4.08) | 2200<br>(8.16) | 190<br>(0.507)                                       | 190<br>(0.507) | 375<br>(1.0)   | 40                                                          |
|                                                       | Gaseosos                                | NA                                | NA                                                 | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | 190<br>(0.486)                                       | 190<br>(0.486) | 375<br>(0.959) |                                                             |
| De 43,000 a<br>111,000                                | Líquidos                                | NA                                | 60<br>(0.085)                                      | 300<br>(0.426) | 400<br>(0.568) | 550<br>(2.04)                                       | 1100<br>(4.08) | 2200<br>(8.16) | 110<br>(0.294)                                       | 110<br>(0.294) | 375<br>(1.0)   | 30                                                          |
|                                                       | Gaseosos                                | NA                                | NA                                                 | NA             | NA             | NA                                                  | NA             | NA             | 110<br>(0.281)                                       | 110<br>(0.281) | 375<br>(0.959) |                                                             |
|                                                       | Sólidos                                 | NA                                | 60<br>(0.090)                                      | 250<br>(0.375) | 350<br>(0.525) | 550<br>(2.16)                                       | 1100<br>(4.31) | 2200<br>(8.16) | 110<br>(0.309)                                       | 110<br>(0.309) | 375<br>(1.052) |                                                             |

|                     |          |    |               |                |                |               |                |                |                |                |                |    |
|---------------------|----------|----|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Mayor de<br>110,000 | Líquidos | NA | 60<br>(0.085) | 250<br>(0.355) | 350<br>(0.497) | 550<br>(2.04) | 1100<br>(4.08) | 2200<br>(8.16) | 110<br>(0.294) | 110<br>(0.294) | 375<br>(1.0)   | 20 |
|                     | Gaseosos | NA | NA            | NA             | NA             | NA            | NA             | NA             | 110<br>(0.281) | 110<br>(0.281) | 375<br>(0.959) |    |

**TABLA 6**  
**MEDICION DE ANALISIS Y GASES DE COMBUSTION**

| <b>CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMBUSTION MJ/h</b> | <b>PARAMETRO</b>                                      | <b>FRECUENCIA MINIMA DE MEDICION</b> | <b>TIPO DE EVALUACION</b>                                                                     | <b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b> |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Hasta 5,250                                    | Densidad de humo                                      | 1 vez cada 3 meses                   | puntual (3 muestras);<br>mancha de hollín                                                     | líquido y gas              |
|                                                | CO <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> | 1 vez cada 3 meses                   | puntual (3 muestras); ver anexo 3                                                             | líquido y gas              |
|                                                | SO <sub>2</sub>                                       | 1 vez cada 3 meses                   | medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor | líquido                    |
| De 5,250<br>a 43,000                           | Partículas suspendidas totales                        | una vez por año                      | isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas<br>(2)                        | líquido                    |
|                                                | NO <sub>x</sub>                                       | una vez por año                      | continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente                                                | líquido y gas              |
|                                                | SO <sub>2</sub>                                       | una vez por año                      | medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor | líquido                    |
|                                                | CO <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> | diario                               | puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente                                               | líquido y gas              |
| De 43,000<br>a 110,000                         | Partículas suspendidas totales                        | una vez por año                      | isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas                               | líquido                    |
|                                                | NO <sub>x</sub>                                       | 1 vez cada 6 meses                   | continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente                                                | líquido y gas              |
|                                                | SO <sub>2</sub>                                       | una vez por año                      | medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor | líquido                    |
|                                                | CO <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> | una vez por turno                    | puntual (3 muestras); ver anexo 3 o equivalente                                               | líquido y gas              |
| Mayor de<br>110,000                            | Partículas suspendidas totales                        | 1 vez cada 6 meses                   | isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas                               | sólido, líquido            |
|                                                | NO <sub>x</sub>                                       | permanente (3)                       | continuo (4); quimiluminiscencia o equivalente                                                | sólido, líquido y gas      |
|                                                | O <sub>2</sub>                                        | permanente                           | continua; campo magnético o equivalente, con registrador como mínimo o equivalente            | líquido y gas              |

|  |     |                 |                                                                                               |                 |
|--|-----|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | SO2 | una vez por año | medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor | sólido, líquido |
|--|-----|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

NOTAS:

- (1) Ver 6.1.1.4
- (2) Ver 6.1.1.5
- (3) El monitoreo continuo de  $\text{No}_x$ , será permanente en las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey; con una duración de cuando menos 7 días una vez cada 3 meses en las zonas críticas; y con una duración de cuando menos 7 días una vez cada seis meses en el resto del país.
- 4) Ver 4.13

Deberán realizarse las mediciones correspondientes a equipos de calentamiento industriales del ambiente de cualquier capacidad en enero y octubre de cada año.

**ANEXO 1**

NOTAS:

- (1) Concentración referidas a 25°C, 760 mm Hg, 5% de oxígeno en volumen y base seca. Entre paréntesis se expresa el equivalente de la concentración en unidades de  $\text{kg}/10^6$  kcal.

El factor para corregir el  $\text{O}_2$  a la base del 5% de oxígeno, se calcula de acuerdo a la ecuación 7.

Ecuación 7

$$E_r = \frac{21 - O_r}{21 - O_m} * E_m$$

Donde:

$E_r$  = Emisión calculada al valor de referencia del  $\text{O}_2$

$E_m$  = Emisión medida ( $\text{No}_x$  o CO)

$O_m$  = Valor medido para el  $\text{O}_2$

$O_r$  = Nivel de referencia para el  $\text{O}_2$

- (2) Los valores de emisión de Partículas, Bióxido de Azufre y Oxidos de Nitrógeno podrán ser determinados con promedios ponderados de fuente fija, haciendo uso del procedimiento descrito en el punto 5.2 de esta Norma.

- (3) Se refiere únicamente a las Zonas Metropolitanas de Monterrey y Guadalajara y a las Ciudades de Tijuana, Baja California y Cd. Juárez, Chihuahua.

- (4) Determinado con la siguiente ecuación y medido antes del precalentador de aire o de cualquier infiltración que diluya los gases de combustión:

$EA = (\text{O}_2 - 0.5 \text{ CO}) 100 / (0.264 \text{ N}_2 - \text{O}_2 + 0.5 \text{ CO})$ ; DONDE:  $\text{O}_2$ , CO y  $\text{N}_2$  corresponden al porcentaje en volumen de oxígeno, monóxido de carbono y nitrógeno respectivamente contenidos en los gases de combustión en base seca.

(5) Para efectos del cumplimiento de los límites del bióxido de azufre, el corredor industrial Tampico-Madero-Altamira en el estado de Tamaulipas deberá cumplir con el valor establecido para el resto del país.

SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS:

|             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| <b>ZMCM</b> | Zona Metropolitana de la Ciudad de México. |
| <b>ZC</b>   | Zonas Críticas.                            |
| <b>RP</b>   | Resto del País.                            |
| <b>NA</b>   | No Aplica.                                 |

**ANEXO 2**

NOTAS:

(1) Concentraciones referidas a 25°C, 760 mm Hg, 5% de oxígeno en volumen y base seca. Entre paréntesis se expresa el equivalente de la concentración en unidades de kg/10<sup>6</sup> kcal.

El factor para corregir el O<sub>2</sub> a la base del 5% de oxígeno, se calcula de acuerdo a la ecuación 7.

Ecuación 7

$$E_r = \frac{21 - O_r}{21 - O_m} * E_m$$

Donde:

**E<sub>r</sub>** = Emisión calculada al valor de referencia del O<sub>2</sub>

**E<sub>m</sub>** = Emisión medida (Nox o CO)

**O<sub>m</sub>** = Valor medido para el O<sub>2</sub>

**O<sub>r</sub>** = Nivel de referencia para el O<sub>2</sub>

2) Los valores de emisión de Partículas, Bióxido de Azufre y Oxidos de Nitrógeno podrán ser determinados con promedios ponderados de fuente fija, haciendo uso del procedimiento descrito en el punto 5.2 de esta Norma.

(3) Zonas críticas (especificadas en el punto 4.22 de esta norma).

(4) Se refiere únicamente a las Zonas Metropolitanas de Monterrey y Guadalajara y a las Ciudades de Tijuana, Baja California y Cd. Juárez, Chihuahua.

(5) Determinado con la siguiente ecuación y medido antes del precalentador de aire o de cualquier infiltración que diluya los gases de combustión:

$EA = (O_2 - 0.5 CO) 100 / (0.264 N_2 - O_2 + 0.5 CO)$ ; donde:  $O_2$ , CO y  $N_2$  corresponden al porcentaje en volumen de oxígeno, monóxido de carbono y nitrógeno respectivamente contenidos en los gases de combustión en base seca.

SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS:

|             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| <b>ZC</b>   | Zonas Críticas.                            |
| <b>NA</b>   | No Aplica.                                 |
| <b>ZMCM</b> | Zona Metropolitana de la Ciudad de México. |
| <b>RP</b>   | Resto del país.                            |

**ANEXO 3**  
CONTAMINANTES Y SUS METODOS DE EVALUACION PARA FUENTES FIJAS Y METODOS EQUIVALENTES

| CONTAMINANTE                   | METODO DE EVALUACION                                                                                                                                                  | METODO EQUIVALENTE                                                                                                                                    |                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Densidad de humo               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• huella o mancha de hollín</li> <li>• opacidad</li> </ul>                                                                     | -----                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                            |
| Partículas suspendidas totales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• isocinético</li> </ul>                                                                                                       | -----                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                            |
| Oxidos de nitrógeno            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• quimiluminiscencia</li> </ul>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• infrarrojo no dispersivo</li> </ul>                                                                          |                                                                                                                                                            |
| Oxidos de carbono              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• infrarrojo no dispersivo</li> <li>• celdas electroquímicas*</li> <li>• orsat (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO)</li> </ul> | -----                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                            |
| Oxígeno                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• celdas electroquímicas</li> <li>• paramagnéticos</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• orsat (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO)</li> <li>• óxidos de zirconio (celdas electroquímicas)</li> </ul> |                                                                                                                                                            |
| SO <sub>2</sub>                | medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor                                                                         | Capacidad del equipo de combustión MJ/h                                                                                                               | Hasta 5,250: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vía húmeda (torino)</li> <li>• infrarrojo no dispersivo</li> <li>• celdas electroquímicas</li> </ul> |
|                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                       | Mayores de 5,250: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vía húmeda</li> <li>• infrarrojo no dispersivo</li> </ul>                                       |

\* Se calcula el valor dado que no se obtiene por medición directa.

**ANEXO 4**

**PODER CALORIFICO**

| <b>COMBUSTIBLE</b> | <b>MJ/kg DE COMBUSTIBLE</b> |
|--------------------|-----------------------------|
| Gas natural        | 52                          |
| Gas L.P.           | 48                          |
| Butano             | 49                          |
| Isobutano          | 45                          |
| Propano            | 50                          |
| Butileno           | 49                          |
| Propileno          | 49                          |
| Metano             | 55                          |
| Petróleo diáfano   | 46                          |
| Gasolina           | 47                          |
| Diesel             | 48                          |
| Gasóleo            | 42                          |
| Combustóleo pesado | 42                          |
| Combustóleo ligero | 43                          |
| Carbón mineral     | Variable                    |
| Coque de petróleo  | 31                          |

**ANEXO 5**

**TABLA DE EQUIVALENCIAS**

| UNIDAD          |                          | X                      | =               |
|-----------------|--------------------------|------------------------|-----------------|
| MJ              | megajoule                | 239                    | kcal            |
| MJ              | megajoule                | 0.277                  | kWh             |
| kcal            | kilocaloría              | $4.186 \times 10^{-6}$ | MJ              |
| kcal            | kilocaloría              | $1.162 \times 10^{-3}$ | kWh             |
| kWh             | kilovatio hora           | 3.6                    | MJ              |
| kWh             | kilovatio hora           | 860.4                  | kcal            |
| kcal            | kilocaloría              | 3.968                  | B.T.U.          |
| B.T.U.          | Unidad Térmica Británica | 0.252                  | kcal            |
| C.C.            | Caballo caldera          | 35.3                   | MJ/h            |
| MJ/h            | megajoule                | 0.028                  | C.C.            |
| S               | Azufre                   | 2                      | SO <sub>2</sub> |
| SO <sub>2</sub> | Bióxido de azufre        | 0.5                    | S               |