

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.**

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

SANDRA DENISSE HERRERA FLORES, Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5 fracción V, 6, 7 fracciones III y XIII, 8 fracción XII, 9, 36, 37, 37 Bis, 110, 111 fracción IX, 112, 113, 160 y 171 fracciones V, VII, X y XII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 7 fracciones II y IV de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracciones III, X y XIII, 41, 43, 47, 51 y demás aplicables de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

### CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo establecido en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 4 de julio de 2006 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, con carácter de proyecto la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección Ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Niveles máximos permisibles de opacidad, medida en coeficiente de absorción de luz, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición, con el fin de que dentro de 60 días naturales siguientes a su publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Que en el plazo de los 60 días antes señalado, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto en cuestión, los cuales fueron analizados en el citado Comité, realizándose las modificaciones correspondientes al mismo. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó las respuestas a los comentarios recibidos en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de marzo de 2007.

Que habiéndose cumplido con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sesión ordinaria de fecha 28 de noviembre de 2006, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección Ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Por lo expuesto y fundado, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2006, PROTECCION AMBIENTAL.-  
VEHICULOS EN CIRCULACION QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.-  
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE  
PRUEBA Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO DE MEDICION**

### INDICE

- 1.- Objetivo y campo de aplicación
- 2.- Referencias
- 3.- Definiciones
- 4.- Límites máximos permisibles de opacidad
- 5.- Procedimiento de prueba
- 6.- Especificaciones del equipo de medición
- 7.- Procedimiento para la evaluación de la conformidad

8.- Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

9.- Bibliografía

10.- Vigilancia de esta Norma

### **1. Objetivo y campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

### **2. Referencias**

Para la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana es necesario consultar y emplear la Norma Oficial Mexicana siguiente o la que la sustituya:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SCT2-2000, Placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, autobuses, camiones, midibuses, motocicletas y remolques matriculados en la República Mexicana, licencia federal de conductor y calcomanía de verificación físico-mecánica-Especificaciones y método de prueba.

### **3. Definiciones**

Para efectos de la aplicación de esta Norma, se establecen las siguientes definiciones:

#### **3.1 Aceleración Instantánea**

El cambio de RPM de velocidad de ralentí a velocidad máxima que permita el gobernador del motor, accionando el acelerador rápidamente y de forma continua en una sola ejecución y un lapso no mayor de un segundo.”

#### **3.2 Año-modelo del vehículo**

Periodo comprendido entre el inicio de la producción de determinado tipo de vehículo automotor y el 31 de diciembre del año calendario con que dicho fabricante asigne al modelo en cuestión.

#### **3.3 Calibración**

Conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

#### **3.4 Coeficiente de absorción de luz**

El coeficiente de absorción de una columna diferencial de gas de escape a la presión atmosférica y a una temperatura de 70°C (setenta grados centígrados) expresado en  $m^{-1}$  (metros a la menos uno).

#### **3.5 Equipo de medición**

El destinado a medir el coeficiente de absorción de luz, en este caso del humo de los vehículos a diesel, y que se compone principalmente de un opacímetro de cámara cerrada y de flujo parcial, el cual deberá cumplir con las características especificadas en el punto 6, de la presente Norma.

#### **3.6 Humo de diesel**

El residuo resultante de una combustión que se compone en su mayoría de carbón, cenizas y de partículas visibles en el ambiente.

#### **3.7 Lecturas**

Las mediciones obtenidas durante el desarrollo de la prueba.

#### **3.8 Ley de Beer Lambert**

Ecuación matemática que describe las relaciones entre el coeficiente de absorción de luz, los parámetros de transmitancia y la longitud efectiva, debido a que el coeficiente de absorción de luz no puede ser medido directamente.

$$\varnothing = \varnothing_0 e^{-KL}$$

Donde:

L = Longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

$\varnothing_0$  = Flujo incidente.

$\varnothing$  = Flujo emergente.

### 3.9 Longitud efectiva

Longitud de un haz entre el emisor y el receptor que es atravesado por la corriente de gas de escape, corregida lo necesario por uniformidad debido a gradientes de densidad y efecto de borde.

### 3.10 Motor diesel

La fuente de potencia que se caracteriza por el combustible que es encendido dentro de la cámara, debido al calor producido por la compresión de aire dentro de la misma.

### 3.11 Opacidad

La condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz.”

### 3.12 Peso bruto vehicular

Es el peso máximo del vehículo especificado por el fabricante expresado en kilogramos, consistente en el peso nominal del vehículo sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal.

### 3.13 Ralentí

Son las RPM'S mínimas del motor establecidas por el fabricante que proveen la potencia necesaria para vencer sus pérdidas mecánicas

### 3.14 Revoluciones por minuto (RPM)

Unidad de medida de la velocidad de rotación en los motores de combustión interna.

### 3.15 RPM'S a corte de gobernador

Son las RPM'S del motor alcanzadas, al momento en que la bomba deja de suministrar combustible a los inyectores, controlada conforme al tipo de mando, mecánico o electrónico del motor.

### 3.16 Sensor

Elemento que es capaz de detectar un cambio de una variable.

### 3.17 Span o ajuste a cero

Es el ajuste al máximo de radiación para la puesta en operación del opacímetro, esto es ajuste a cero utilizando como referencia el aire ambiente.

### 3.18 Transmitancia

Fracción de una luz emitida desde un emisor y que llega al receptor.”

### 3.19 Unidad de verificación

Persona física o moral, acreditada y aprobada por la autoridad competente, que opera un centro de verificación de emisiones vehiculares en los que se realiza la evaluación de la conformidad de la presente Norma, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Programa de Verificación Vehicular.

### 3.20 Vehículo automotor en circulación

El vehículo de transporte terrestre de carga o de pasajeros que transita en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

#### 4. Límites máximos permisibles de opacidad

4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1.

Tabla No. 1

| Año-modelo del vehículo | Coefficiente de absorción de luz ( $m^{-1}$ ) | Por ciento de opacidad (%) <sup>*</sup> |
|-------------------------|---|---|
| 2003 y anteriores       | 2.5   | 65.87                                   |
| 2004 y posteriores      | 2.0   | 57.68                                   |

4.2 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2.

Tabla No. 2

| Año-modelo del vehículo | Coefficiente de absorción de luz ( $m^{-1}$ ) | Por ciento de opacidad (%) <sup>*</sup> |
|-------------------------|---|---|
| 1990 y anteriores       | 3.0   | 72.47                                   |
| 1991 y posteriores      | 2.5   | 65.87                                   |

#### 5. Procedimiento de prueba

##### 5.1 Requisitos del vehículo, previos a la medición de opacidad

5.1.1 Se deberá verificar la condición de el/los escapes del vehículo, los cuales deberán encontrarse sin fugas y libre de obstrucciones para la introducción de la sonda de medición.

5.1.2 Los vehículos que se presenten a verificar deberán estar gobernados de acuerdo a las especificaciones del fabricante con una tolerancia de más menos 10%.

5.1.3 Se deberán capturar los datos del vehículo, de su propietario y en su caso de su verificación anterior, requeridos por la autoridad correspondiente.

5.1.4 Proceder a apagar luces, aire acondicionado, radio y freno de motor para evitar sus interferencias en la prueba.

5.1.5 Revisar, en el caso de transmisiones automáticas que el selector se encuentre en posición de estacionamiento o neutral y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.

##### 5.2 Procedimiento

5.2.1 El método para medir los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan diesel como combustible, es el de aceleración instantánea, consistente en una prueba estática del vehículo acelerando el motor, desde su régimen de ralentí hasta su régimen gobernado.

5.2.2 Colocar la sonda de medición de temperatura, dentro del depósito de aceite del motor.

5.2.3 El equipo deberá validar que la temperatura del aceite del motor tenga un valor mínimo de 70°C.

5.2.4 Colocar el tacómetro para la medición de las RPM's del motor.

**5.2.5** Determinación de los RPM's de ralentí, y a corte de gobernador del motor y del tiempo de aceleración.

- A) RPM's del motor en ralentí.-** Estando el motor operando en ralentí durante cinco segundos consecutivos, el equipo de medición debe determinar y registrar sin la intervención del técnico las RPM's del motor, el cual no deberá ser mayor de las especificaciones establecidas por el fabricante con un margen no mayor de  $\pm 10\%$  de tolerancia.
- B) RPM's del motor a corte de gobernador.-** Se deberá accionar el acelerador de forma gradual, de manera que se incremente las RPM's del motor, desde ralentí hasta alcanzar las máximas RPM's que permite el gobernador de dicho motor y una vez llegado a ese punto, sostenerlo por un periodo de dos segundos. El equipo de medición deberá determinar y registrar, sin la intervención del técnico, estas RPM's, con una tolerancia de  $\pm 10\%$ .
- C)** Para el caso de los motores que cuenten con dispositivo de control electrónico de aceleración estática estando estacionado el vehículo, las RPM's máximas del motor para la toma de las muestras, serán la que determine las especificaciones indicadas por el fabricante.
- D)** Si los incisos anteriores no pueden ser determinados por el equipo de acuerdo a las especificaciones del fabricante, el equipo debe desplegar un mensaje indicando: "El motor no alcanza su régimen de giro".

Se debe registrar las RPM's establecidas los incisos anteriores.

#### **5.2.6** Aceleraciones Instantáneas

- A)** El equipo de medición debe realizar un ajuste a cero en sus escalas de opacidad, antes de dar inicio a la secuencia de aceleraciones funcionales.
- B)** El equipo de medición debe desplegar un mensaje al técnico que ejecuta la prueba para que éste realice una aceleración instantánea. Para ello el equipo debe indicar y registrar en la pantalla el tiempo de aceleración, que servirá como guía al técnico que está ejecutando la prueba.
- C)** Una vez que se mantiene el acelerador por dos segundos a RPM's máximas (el permitido por el gobernador del motor), el equipo de medición deberá desplegar un mensaje a fin de que el técnico deje de presionar el pedal del acelerador, para que el motor regrese a ralentí.

#### **5.2.7** Generación de resultados para la verificación del vehículo

**5.2.7.1** El equipo de medición debe medir de manera continua el coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad del humo de escape del motor del vehículo, registrando el valor máximo en cada aceleración.

**5.2.7.2** Se deberán efectuar dos primeras aceleraciones, las cuales serán de desfogue, esto con el fin de efectuar una limpieza previa a las mediciones de opacidad que van a ser evaluadas.

**5.2.7.3** La sonda deberá ser un tubo abierto colocado dentro del escape. Deberá estar situada en una sección donde la distribución del humo sea aproximadamente uniforme. Para lograr esto, la sonda deberá introducirse en el escape sujetándose a la pared del tubo mediante una pinza.

**5.2.7.4** Se evaluarán las mediciones de emisiones de humo con base en una secuencia de aceleraciones instantáneas, como mínimo 4 y como máximo 10 hasta lograr cuatro valores válidos que se sitúen en una banda cuyo intervalo no sea mayor a  $0,25 \text{ m}^{-1}$ .

**5.2.7.5** Al término de las aceleraciones el equipo de medición deberá aprobar su ajuste a cero, en caso contrario, los resultados obtenidos se deberán desechar y desplegar un mensaje al técnico indicando que no se realizó una secuencia de aceleraciones válidas, debido a una falla del equipo de medición. En este caso, se deberán realizar nuevamente las mediciones.

**5.2.7.6** La lectura a registrar es el promedio de los cuatro valores válidos obtenidos. Este valor calculado se considera aceptado siempre y cuando sea superior a cero.

**5.2.7.7 Vehículos con múltiples salidas del humo de escape.**

- A)** En el caso que el vehículo cuente con múltiples salidas del humo de escape es necesario repetir la secuencia descrita en el punto 5.2.1 para cada salida independiente.
- B)** El coeficiente de absorción a registrar es el promedio de las lecturas obtenidas, en cada salida, de acuerdo al inciso anterior, siempre y cuando no difieran por más de  $0,15 \text{ m}^{-1}$ .
- C)** Si la diferencia entre las lecturas es más de  $0,15 \text{ m}^{-1}$ , se tomará el valor más alto.

**5.2.8** El coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad registrados en la prueba deberá compararse con los límites establecidos en el punto 4 de esta Norma Oficial Mexicana en función del año modelo del motor o del vehículo dependiendo de su peso bruto vehicular.”

**5.3 Registro de datos mínimos requeridos**

| Nombre     | Descripción  |
|------------|--|
| PLACAS     | Placas del vehículo, se deben excluir los caracteres I, Ñ, O, Q., y se deben validar las placas con la norma 001-SCT2 (Norma de placas y tarjetas asignadas a cada estado y cada tipo) |
| NOMBRE     | Nombre o razón social del dueño del vehículo según tarjeta de circulación  |
| ESTADO     | Domicilio del dueño del vehículo según tarjeta de circulación  |
| MARCA      | Marca del vehículo   |
| MODELO     | Año modelo del vehículo  |
| MODELO_DSL | Año modelo del motor a diesel  |
| ALIM_COMB  | Tecnología de alimentación de combustible  |
| CILINDROS  | Número de cilindros del motor  |
| TEMP_MOT   | Temperatura del aceite del motor, en grados centígrados  |
| MIN_RPM    | Promedio de las revoluciones mínimas o de ralentí del motor a diesel de las cuatro aceleraciones válidas.  |
| MAX_RPM    | Promedio de las revoluciones máximas del motor a diesel de las cuatro aceleraciones válidas  |
| OPACIDAD   | Promedio de las cuatro aceleraciones válidas   |
| PBV        | Intervalo de Peso Bruto Vehicular  |

**6. Especificaciones del equipo de medición**

**6.1** Para medir las emisiones a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, se utilizará un Equipo de Medición que consiste en:

**6.1.1** Un opacímetro de cámara cerrada y de flujo parcial;

**6.1.2** Sonda de toma de muestra y las mangueras correspondientes. Deberán ser las originales del material, longitud y diámetros especificados por el fabricante del equipo de medición.

**6.1.3** Un sensor de temperatura para verificar que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación.

**6.1.4** Un sensor y equipo para medir y registrar las RPM's del motor y los tiempos de aceleración.

**6.1.5** El equipo para medir la temperatura de los gases de escape dentro de su cámara de humo.

**6.1.6** Estar diseñado para soportar un servicio continuo de operación, mínimo de 12 horas por día.

**6.1.7** Contar con una placa de identificación adherida a la parte exterior del mismo, en la que se precise: modelo, número de serie, nombre y dirección del fabricante, requerimientos de energía eléctrica, límites de voltaje de operación y longitud óptica efectiva de la cámara de humo la cual será de 430 mm.

**6.1.8** Ser hermético en todas sus conexiones.

**6.1.9** Sus controles deben ser accesibles a los operadores.

**6.1.10** Contar con una escala total de medición, rapidez de respuesta y un máximo de desviación, de acuerdo a lo que establece la presente Norma.

**6.1.11** Las lecturas del equipo de medición deberán ser registradas continuamente durante la prueba, cuya respuesta de tiempo es igual o más corta que la del sistema de procesamiento de datos.

**6.1.12** El diseño del equipo de medición deberá ser tal, que bajo condiciones de operación a velocidad constante, la cámara de humo se llene uniformemente. La muestra de humo de escape estará contenida en una cámara que no tenga superficies internas con reflexión.

**6.1.13** En la determinación de la longitud efectiva del paso de la luz a través del humo, deberá tomarse en cuenta la posible influencia de dispositivos que protegen la fuente de luz y la celda fotoeléctrica. Esta longitud efectiva debe ser indicada en el instrumento.

**6.1.14** El equipo de medición deberá tener dos escalas de medición, una de ellas en unidades de absorción de luz de 0 a  $\infty \text{ m}^{-1}$  y la otra lineal de 0 a 100% de opacidad, ambas escalas de medición se extenderán desde cero con el flujo total de luz hasta el valor máximo de la escala con obscurecimiento total.

## **6.2** Especificación de la cámara de humo y cuerpo del opacímetro

**6.2.1** La incidencia en la celda fotoeléctrica de luz desviada, debido a las reflexiones internas o efectos de difusión, debe ser reducida al mínimo (es decir, por acabado de las superficies internas en negro mate y por un arreglo general adecuado).

**6.2.2** Las características ópticas deberán ser de tal forma, que los efectos combinados de reflexión y difusión no excedan de una unidad en la escala lineal, cuando la cámara de humo sea llenada con un gas de un coeficiente de absorción de  $1,7 \text{ m}^{-1}$  (uno coma siete metros a la menos uno).

Esto deberá comprobarse mediante el certificado de origen proporcionado por el fabricante, hasta en tanto no se disponga de un laboratorio acreditado y aprobados para realizar esta prueba.

**6.2.3** La fuente de luz deberá ser:

Una lámpara incandescente con un intervalo de temperatura de 2 800 a 3 250 K (dos mil ochocientos a tres mil doscientos cincuenta Kelvin), o en su caso;

Una luz verde emitida por un diodo emisor (LED) con un punto espectral entre 550 y 570 nm (nanómetros).

**6.2.4** El receptor deberá constar de una celda fotoeléctrica o fotodiodo con una curva de respuesta espectral similar a la curva de respuesta fotópica del ojo humano (respuesta máxima en el intervalo 550/570 nm (nanómetros); menor que el 4% (cuatro por ciento) de esa respuesta máxima abajo de 430 nm (cuatrocientos treinta nanómetros) y arriba de 680 nm (seiscientos ochenta nanómetros).

**6.2.5** La construcción del circuito eléctrico, incluyendo la carátula indicadora, deberá ser tal, que la corriente de salida de la celda fotoeléctrica o fotodiodo sea una función lineal de intensidad de la luz recibida sobre el intervalo de la temperatura de operación de la celda fotoeléctrica.

**6.2.6** El coeficiente K de absorción de luz se calcula con la fórmula:

$$\varnothing = \varnothing_0 e^{-KL}$$

Donde:

L = Longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

$\varnothing_0$  = Flujo incidente.

$\varnothing$  = Flujo emergente.

Cuando la longitud efectiva  $L$  de un tipo de opacómetro no puede ser calculada directamente de su geometría, la longitud efectiva  $L$  deberá ser determinada por el método descrito en el numeral 4 Longitud Efectiva "L" del opacómetro de la Directiva del Consejo Europeo (72/306/CEE) o a través de la correlación con otro tipo de opacómetro cuya longitud efectiva sea conocida.

La relación entre la escala lineal de 0 a 100% (cero a cien por ciento) de opacidad y el coeficiente "K" de absorción de la luz es dado por la fórmula:

$$K = - \frac{1}{L} \ln \left( \frac{1-N}{100} \right)$$

El porcentaje de opacidad está dado por la fórmula

$$N = (1 - e^{-kL}) * 100$$

Donde:

$L$  = La longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

$N$  = Una lectura en la escala lineal.

$K$  = Valor correspondiente del coeficiente de absorción.

$\ln$  = Logaritmo natural.

**6.2.7** El tiempo de respuesta del circuito eléctrico de medición deberá ser de 0,9 a 1,1 seg (cero coma nueve a uno coma un segundos) por ser el tiempo necesario para que el instrumento alcance el 95% (noventa y cinco por ciento) de la escala completa con la inserción de un filtro completamente oscurecido en la celda fotoeléctrica.

**6.2.8** La amortiguación del circuito eléctrico de medición deberá ser tal, que la sobrelectura inicial por arriba a la lectura final constante, después de cualquier variación momentánea en la salida (por ejemplo: la calibración con pantallas), no excederá el 2% (dos por ciento) de esa lectura en la escala de unidades lineales.

**6.2.9** El tiempo de respuesta del opacómetro no deberá exceder de 0,4 seg (cero coma cuatro segundos), el cual se debe al fenómeno físico de la cámara de humo, siendo el tiempo que transcurre desde el principio de la entrada de gas a la cámara hasta el llenado completo de la cámara de humo.

**6.2.10** Durante todo el tiempo de trabajo del opacómetro, la estabilidad no debe ser menor al 98% por ciento de escala completa en la escala de unidades lineales.

**6.2.11** Tener una repetibilidad de  $0,05 \text{ m}^{-1}$  de la lectura en la carátula indicadora del opacómetro cuando un filtro entre  $1,6 \text{ m}^{-1}$  y  $1,8 \text{ m}^{-1}$  y conocido dentro de una tolerancia de  $0,025 \text{ m}^{-1}$  es introducido entre la fuente de luz y la celda fotoeléctrica durante cinco mediciones sucesivas con el mismo filtro.

**6.2.12** El tiempo de estabilidad (calentamiento) debe ser menor de 10' (diez minutos) después del encendido.

**6.2.13** El equipo deberá contener una placa informativa en un lugar visible indicando los requerimientos energéticos mínimos y máximos de operación.

**6.2.14** En cada punto de la cámara de humo la temperatura del gas deberá estar entre 70°C (setenta grados centígrados) y una temperatura máxima especificada por el fabricante del opacómetro, de forma tal que las lecturas sobre el intervalo de temperatura no varíe por más de  $0,1 \text{ m}^{-1}$  (cero coma uno metros a la menos uno), cuando la cámara esté llena con gas que tiene un coeficiente de absorción de  $1,7 \text{ m}^{-1}$  (uno coma siete metros a la menos uno).

**6.2.15** Las lecturas del opacómetro no deberán verse afectadas por variaciones de  $\pm 10\%$  voltaje y de temperatura que se registren.

### **6.3** Comprobación del funcionamiento del opacómetro



El equipo de medición debe requerir y aprobar un ajuste a cero y span, tomando como referencia el aire ambiente al inicio de las actividades como parte de su secuencia de arranque. Si no se genera un resultado aprobatorio, el equipo de medición debe quedar bloqueado para realizar pruebas de verificación, hasta en tanto no se obtenga un resultado satisfactorio.

El filtro utilizado para realizar el span debe ser trazable a patrones nacionales con una incertidumbre expandida en su valor de obturación menor a 0.5% de unidades, medido en una escala lineal de 0% al 100%.

#### **6.4 Calibración del opacímetro**

**6.4.1** Se debe requerir una calibración con filtros patrón, el cual deberá ser realizado por un laboratorio de calibración acreditado dentro del Sistema Nacional de Calibración en los términos que marca la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, cada tres meses en condiciones normales de operación, independientemente de que se realice cada vez que haya sido sometido a mantenimiento o reparación. Si el equipo de verificación realiza un promedio de 50 o más verificaciones por día, este requerimiento es cada 30 días.

**6.4.2** Al llegar a la fecha límite sin haber realizado la calibración, el equipo debe autobloquearse.

**6.4.3** La calibración debe utilizar cuatro filtros de opacidad absorbivos trazables al CENAM, con una diferencia de por lo menos 15 unidades uno del otro. La transmitancia de cada filtro expresado en unidades lineales debe ser conocida en todas las longitudes de onda entre 430 a 680 nm.

**6.4.4** La incertidumbre expandida de cada filtro (con un factor de cobertura de 2,0) expresado en unidades lineales y con un nivel de confianza de 95% no debe exceder de dos unidades en la escala lineal. (No deberán usarse filtros con una opacidad arriba de 80%).

**6.4.5** Cada filtro debe introducirse un mínimo de tres veces en el haz de luz del instrumento mientras está fluyendo aire limpio por la cámara de medición de los gases a la misma presión que estará presente en la cámara durante una prueba de verificación vehicular.

El procedimiento para la prueba es como sigue:

- i) Realizar un ajuste a cero.
- ii) Obtener una lectura estable del opacímetro sin filtro.
- iii) Introducir el filtro en la cámara de humo. Cuando las lecturas se han estabilizado, imprimir los resultados junto con los datos cronológicos de operación, del centro y de la línea de verificación.

**6.4.6** Repetir los pasos ii y iii tres veces para cada filtro, terminando el ciclo con el paso ii.

**6.4.7** Comparar las lecturas con los valores de cada filtro. Si el promedio de las tres lecturas de cada filtro varían del valor del filtro por más de la tolerancia máxima especificada, se debe considerar al opacímetro como fuera de especificaciones.

**6.4.8** La tolerancia máxima permitida es de  $\pm 2\%$  del valor del cristal.

#### **7. Procedimiento para la evaluación de la conformidad**

El Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad de esta Norma Oficial Mexicana, se efectuará en los términos de las disposiciones aplicables a esta Norma, las personas acreditadas y aprobadas, podrán complementar, de acuerdo a la Norma los aspectos mínimos a verificar señalados a continuación:

##### **7.1 De la medición de los límites máximos permisibles de opacidad**

**7.1.1** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Gobierno del Distrito Federal y los gobiernos de los estados, establecerán en el ámbito de su competencia, los programas de verificación vehicular en donde se definirán las características de operación de los mismos.

**7.1.2** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Gobierno del Distrito Federal y los gobiernos de los estados, operarán, aprobarán y/o autorizarán la operación de centros de verificación de emisiones vehiculares.

**7.1.3** Los propietarios o conductores de los automotores materia de la presente Norma deberán presentarlos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los centros de verificación de emisiones vehiculares autorizados y/o unidades de verificación acreditadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental.

**7.1.4** Los límites máximos permisibles de opacidad contenidos en las tablas "1" y "2" se evaluarán bajo el procedimiento de prueba definido en el numeral 5 de la presente Norma. Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando la opacidad del humo emitido es igual o menor al nivel máximo permisible que le corresponda de acuerdo al año-modelo de la unidad y de su peso bruto vehicular.

**7.1.5** El personal del Centro de Verificación de Emisiones Vehiculares y/o de las unidades de verificación entregará, al propietario o conductor del vehículo, el documento oficial en donde se haga constar el resultado de la prueba.

**7.1.6** En caso de que los límites de emisión incumplan con lo establecido en la presente Norma, el propietario o conductor del automotor deberá dar el mantenimiento vehicular necesario y volver a presentar su vehículo a revisión de sus emisiones, repitiendo el ciclo hasta obtener el documento aprobatorio.

## **7.2** De los equipos de medición

**7.2.1** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evaluará el cumplimiento, con lo establecido en la presente Norma, de los equipos de medición de opacidad.

**7.2.2** Las autoridades responsables de algún programa de verificación vehicular podrán autorizar el uso, en su programa, de equipos de medición de opacidad, siempre y cuando:

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, no haya autorizado equipos de medición de opacidad, o

Requiera de elementos especiales, no contemplados en esta Norma, para la operación de su programa. Siempre que estos elementos no contravengan ninguna disposición establecida en esta Norma.

**7.2.3** Los equipos de medición deberán estar calibrados con trazabilidad a los Patrones Nacionales de acuerdo con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**7.3** De los centros de verificación vehicular y unidades de verificación de límites máximos permisibles de opacidad.

**7.3.1** Las autoridades responsables de algún programa de verificación vehicular podrán operar de por sí o a través de particulares autorizados, los centros de verificación de emisiones vehiculares y unidades de verificación acreditadas, que den servicio a los propietarios o conductores de automotores a diesel.

**7.3.2** En el caso de los centros operados por la autoridad, éstos deberán contar con infraestructura que cumpla con lo dispuesto en esta Norma Oficial Mexicana.

**7.3.3** Los centros autorizados y operados por particulares, deberán adquirir la figura jurídica de Unidad de Verificación en el plazo que establezca la dependencia que apruebe o autorice, para lo cual deberá cumplir con lo que se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

**7.4** De las unidades de verificación de procedimiento y laboratorios de calibración

Las disposiciones anteriores se verán complementadas por las especificaciones establecidas por las autoridades estatales, y las dependencias federales correspondientes en sus programas de verificación, que para tal efecto emitan.

Las unidades de verificación y laboratorios de calibración, según sea el caso, deberán contar con todos los requisitos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, su Reglamento y tenerlos actualizados y disponibles a efecto de verificar todas las especificaciones de límites máximos permisibles de opacidad de humo, procedimiento de prueba, características del equipo y calibración del mismo.

#### **8. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas con base para su elaboración**

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. Tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.

#### **9. Bibliografía**

**9.1** American National Standard. SAE J-1667.- Snap-Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Diesel Powered Vehicles. Issued 1996-02.

Estándar Nacional Americano. SAE J-1667 Procedimiento de Prueba de Humo en Aceleración Instantánea para Vehículos a diesel de uso Pesado. Expedida en febrero de 1996.

**9.2** Code of Federal Regulations 40, part. 81 to 99, revised July 2000, U.S.A.

Código de Regulaciones Federales 40, partes 81 a 99, revisado en julio de 2000, Estados Unidos de América.

**9.3** DIRECTIVA DEL CONSEJO EUROPEO, del 2 de agosto de 1972; relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra las emisiones de contaminantes procedentes de los motores diesel destinados a la propulsión de vehículos (72/306/CEE) (do L 190 de 20.8.1972, p. 1), 1972L0306-ES-05.06.1997-002.001-1.

**9.4** DIRECTIVA DEL CONSEJO EUROPEO, del 2 de agosto de 1972; relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra las emisiones de contaminantes procedentes de los motores diesel destinados a la propulsión de vehículos (72/306/CEE) (DO L 190 de 20.8.1972, p. 1) y modificada por M1 Directiva 89/491/CEE de la Comisión de 17 de julio de 1989 y M2 Directiva 97/20/CE de la Comisión de 18 de abril de 1997.

**9.5** ISO 11614:1999(E), Internacional Normal ISO 11614; primera edición 1999-09-01.

**9.6** SAEJ225v001 Diesel Engine Smoke Measurement. (SAEJ225v001 Medición del Humo en Motores Diesel).

**9.7** NMX-AA-023-1986, Protección al Ambiente-Contaminación Atmosférica-Terminología, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

**9.8** NMX-S025-IMNC-2000, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y pruebas.

**9.9** NMX-EC-17020-IMNC-2000, Criterios generales para la operación de varios tipos de Unidades (Organismos) que desarrollan la Verificación (Inspección) ISO 17020-2000.

**9.10** NORMA NMX-EC-17025-IMNC-2000, Para evaluación y acreditamiento de Laboratorios de Calibración y/o ensayo Norma ISO/IEC 17025-1999.

#### **10. Vigilancia de esta Norma**

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y a la Secretaría de

Comunicaciones y Transportes; a los gobiernos del Distrito Federal, de los estados y de municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones.

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 Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

#### TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** Provéase la publicación de esta Norma en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**TERCERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana deroga la Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT/1996, Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas y la Norma Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT/1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

**CUARTO.-** La presente Norma Oficial Mexicana debe colocarse en un lugar visible en los centros de verificación autorizados.

**QUINTO.-** La presente Norma Oficial Mexicana será revisada, en específico, los valores contenidos en las tablas 1 y 2 de la disposición "4. Límites Máximos Permisibles de Opacidad", en cuanto se disponga de información relacionada a resultados que se vayan obteniendo de diferentes estratos del parque vehicular a que se refiere la misma.

**SEXTO.-** Los límites máximos permisibles contenidos en la Tabla 2 del numeral 4.2, serán sustituidos a los 180 días después de la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana, por la Tabla 2 bis, atendiendo las siguientes consideraciones:

1.- Que los resultados de las estadísticas de verificación generados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Gobierno del Distrito Federal y las entidades federativas, que apliquen la presente Norma, muestren que de los vehículos verificados al menos el 80% estén dentro de los límites máximos permisibles de la Tabla 2 bis:

**Tabla 2 bis**

| Año-modelo del vehículo | Coefficiente de absorción de luz (m <sup>-1</sup> ) | Por ciento de opacidad (%) |
|-------------------------|---|----------------------------|
| 1990 y anteriores       | 2.8   | 70                         |
| 1991 a 1997             | 1.86  | 55                         |
| 1998 y posteriores      | 1.19  | 40                         |

2.- En caso de que los resultados que reflejen las estadísticas de verificación generados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Gobierno del Distrito Federal, y las entidades federativas que apliquen la presente Norma, muestren que de los vehículos verificados el 79% o menos cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 2 bis, éstos se ajustarán al valor requerido para que el 80% de los vehículos verificados estén dentro de los límites máximos permisibles.

**SEPTIMO.-** La convocatoria para la acreditación de las unidades de verificación en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización deberá emitirse en un plazo no mayor a dos años a partir de la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana.

México, Distrito Federal, a los veintiocho días del mes de marzo de dos mil siete.- La Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Sandra Denisse Herrera Flores**.- Rúbrica.