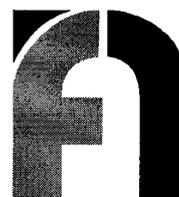


**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2309:2002**

**CALIDAD DE AIRE. DETERMINACIÓN
DE LA OPACIDAD DEL HUMO
EN EL ESCAPE DE VEHÍCULOS
CON MOTORES DIESEL**

(1^{ra} Revisión)



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana **COVENIN 2309:1987 Vehículos con motor diésel. Determinación de la opacidad del humo**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT44 Calidad Ambiental**, por el Subcomité Técnico **SC2 Calidad de aire** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° **2002-11** de fecha **27/11/2002**.

En la revisión de esta norma participaron las siguientes entidades: M.A.R.N.R. (Calidad Ambiental); Minera Loma de Níquel; M.S.D.S. (Dirección Ing. Sanitaria); PDVSA-INTEVEP; Universidad de Carabobo (Labta-UC); Fundación CIEPE; SIDOR; 3A; Consultoría Global de Sistemas; CAVENEZ; EFICAR ELECTRÓNICA; MMC-AUTOMOTRIZ; Ford Motors de Venezuela; FONTUR.

Depósito Legal: LF55520026213391
ISBN: 980-06-3130-5
ICS: 13.040.50

**NORMA VENEZOLANA
CALIDAD DE AIRE. DETERMINACIÓN DE LA
OPACIDAD DEL HUMO EN EL ESCAPE DE
VEHÍCULOS CON MOTORES DIESEL**

**COVENIN
2309:2002
(1^{ra} Revisión)**

1 OBJETO

Esta Norma Venezolana establece el procedimiento para la determinación de la opacidad del humo de vehículos con motores Diesel, mediante el ensayo de aceleración libre.

Esta Norma Venezolana establece que solo se acepta el uso de equipos de medición de la opacidad de flujo parcial o tipo muestra.

2 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

2.1 Aceleración libre

Es el aumento en la velocidad de giro del motor Diesel desde la condición de marcha al ralentí hasta la condición de marcha al vacío, controlada por el sistema de inyección, por efecto del incremento rápido pero no brusco del flujo de combustible al motor.

2.2 Coeficiente de absorción de luz (K)

Medida para cuantificar la capacidad de las emisiones de escape para interferir la transmisión de la luz de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$K = (1/L) \ln (1 - N/100)$$

Donde:

K: Es el coeficiente de absorción de luz de acuerdo a la Ley de Beer-Lambert, expresada en m^{-1} .

L: Es la longitud de trayectoria efectiva recorrida por la luz a través del gas de escape, expresada en metros.

Ln: Logaritmo neperiano.

N: Lectura en la escala de opacidad, expresada en porcentaje.

2.3 Condiciones normales de temperatura

Es la condición que alcanza un motor y su tren motriz luego de desplazarse por lo menos durante 15 minutos, en un curso variable, bajo condiciones de tránsito fluido.

2.4 Emisiones de escape

Emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógenos (NOx), así como otros compuestos, partículas y materias específicas, liberadas a la atmósfera a través del escape de una fuente móvil como resultado de su funcionamiento.

2.5 Filtro de densidad neutral

Filtro óptico calibrado para simular humo, utilizado durante el procedimiento de verificación de la medición.

2.6 Humo

Partículas incluyendo aerosoles, suspendidas en las corrientes de los gases de escape del motor las cuales oscurecen, reflejan o refractan la luz.

Ley de Beer-Lambert

Es una ecuación matemática que describe las relaciones físicas entre la densidad y los parámetros de transmitancia del humo y la longitud de trayectoria óptica efectiva.

2.7 Linealidad del opacímetro

Es la medida de la máxima desviación absoluta de los valores medidos por el opacímetro con respecto a valores de referencia.

2.8 Longitud de trayectoria óptica efectiva (L)

Es la longitud de trayectoria de la luz oscurecida por el humo entre la fuente de luz del opacímetro y el detector.

2.9 Marcha mínima o marcha al ralentí

Especificación de velocidad del motor establecida por el ensamblador o fabricante del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) o estacionado (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del ensamblador o fabricante del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establece en 900 revoluciones por minuto del motor.

2.10 Marcha al vacío

Marcha de un motor de combustión sin carga con el máximo flujo de gases.

2.11 Opacidad del humo (N)

Grado de interferencia en la transmisión de la luz a su paso a través de la emisión proveniente del escape de una fuente móvil. Se expresa en unidades absolutas como coeficiente de absorción o en porcentaje, dependiendo de la longitud óptica efectiva de medición.

2.12 Opacímetro de humo

Es un equipo diseñado para medir la opacidad del humo en una tubería o en una muestra de humo emitido por los vehículos, aplicando los principios de extinción de la luz.

2.13 Opacímetro tipo muestra (Opacímetro de flujo parcial)

Es un equipo en el cual se toma una muestra representativa de todo el gas de escape que es llevada a una celda de medición.

2.14 Porcentaje de opacidad

Unidad de medición que permite determinar el grado de opacidad del humo en una fuente emisora.

2.15 Transmitancia (T)

Es la fracción de luz transmitida desde una fuente a través de su trayectoria en el gas, y que es recibida en un detector de luz.

2.16 Unidad de opacidad Hartridge (HSU)

Es el porcentaje de opacidad determinado en un opacímetro de flujo parcial con longitud óptica de medición establecida en 0,43 metros.

2.17 Vehículo con motor Diesel

Es aquel medio de transporte de carga o de pasajeros que es impulsado por un motor de encendido por compresión y que utiliza combustible Diesel.

2.18 Zona de medición del opacímetro

Es la longitud efectiva que existe entre la fuente de luz del opacímetro y el detector a través del cual pasa el gas de escape e interactúa con el rayo de luz del opacímetro.

3 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Este punto provee las especificaciones del opacímetro y otros equipos (opcionales) requeridos en el ensayo de aceleración libre.

3.1 Características generales del opacímetro de humo

En la realización de los ensayos de aceleración libre se requiere el uso de un sistema de medición y procesamiento de datos, los cuáles incluyen tres unidades funcionales integradas en un componente único:

3.1.1 Opacímetro tipo muestra de acuerdo a las especificaciones descritas de los puntos 3.2 hasta 3.4.

3.1.2 Unidad de procesamiento de datos.

3.1.3 Impresora o unidad de almacenamiento para registrar los valores de las mediciones de cada ciclo de aceleración realizado, y el resultado promedio final.

3.2 Características generales del opacímetro tipo muestra

El opacímetro debe ser utilizado en todos los tipos de motores Diesel y los distintos tubos de escape especificados por el fabricante del vehículo. Además debe permitir medir la opacidad del humo en forma confiable, cumpliendo los siguientes requisitos:

3.2.1 Diseño y construcción

3.2.1.1 El equipo debe estar integrado por un sistema para conducir el humo del tubo de escape hasta el instrumento y un sistema de análisis para evaluar la opacidad.

3.2.1.2 El sistema de captación y conducción del humo debe estar integrado por una boquilla y una sonda construidas de un material resistente a la temperatura y los gases de escape del vehículo. El resto del equipo debe ser resistente a la corrosión y tener un dispositivo para retener el vapor de agua que se condense durante las mediciones o en su defecto condiciones de diseño que limiten la interferencia o condensación del vapor de agua durante las mediciones.

3.2.1.3 La sonda debe tener una longitud continua aceptable para su inserción en configuraciones típicas y representativas de los sistemas de escape, de acuerdo a las especificaciones del fabricante y debe tener varias boquillas intercambiables, que se utilizan de acuerdo al diámetro del tubo de escape del vehículo según las recomendaciones del fabricante del instrumento.

3.2.1.4 El diseño de la boquilla debe permitir que se inserte dentro del tubo de escape en forma segura, además debe tener un aislamiento térmico y un dispositivo que permita sujetarla con facilidad.

3.2.1.5 El equipo debe estar dotado de un sistema de escape del humo después que se ha evaluado la opacidad.

3.2.1.6 Debe tener un ventilador que ayude a limpiar la cámara de humo.

3.2.1.7 El diseño debe permitir que en condiciones de operación, la cámara de recepción del humo quede llena, de forma tal que presente una opacidad uniforme en toda su extensión.

3.2.2 Movilidad

El equipo puede ser de tipo fijo, portátil o móvil.

3.2.3 Identificación

El equipo debe tener su identificación visible y permanente que indique el nombre del fabricante, modelo y serial del aparato, requisitos de electricidad y rango del voltaje de operación, así como también debe tener los manuales de operación, calibración y mantenimiento del aparato traducidos al español.

3.2.4 Diseño eléctrico

Debe tolerar una variación de voltaje de $\pm 10\%$. La alimentación de voltaje requerida por el equipo puede ser interna o externa al vehículo.

3.2.5 Controles

El tablero para manejar el equipo y realizar los ajustes de calibración, debe ser accesible y estar protegido contra desajustes accidentales.

3.2.6 Aislamiento electromagnético

El sistema del equipo debe permitir que sea operado bajo radiaciones electromagnéticas o bajo influencias conductivas producidas por el vehículo o los sistemas eléctricos de la edificación en la que se realizan los ensayos, sin que se produzcan alteraciones en su funcionamiento.

3.2.7 Protección contra vibración o impacto

El equipo debe operar satisfactoriamente bajo el efecto de las vibraciones o impactos que se producen en las actividades normales de ensayo en los vehículos.

3.2.8 Técnicas para ajustar y calibrar los valores de la escala

Debe tener un dispositivo para ajustar el indicador de los valores en cero y también para calibrar los valores de la escala mediante un patrón de opacidad conocida. Si no está autocompensado para operar bajo distintas condiciones de altitud y temperatura, debe tener un control manual para hacer estos ajustes y recalibrar el aparato.

3.3 Operación y funcionamiento

3.3.1 Exactitud del análisis

Debe tener una exactitud de ± 1 % de la escala completa, determinada mediante procedimientos fotoeléctricos.

3.3.2 Interferencias

La presencia de vapores, partículas u otros productos en el aire ambiental no debe interferir en más de 0,2 unidades de opacidad, en la lectura del instrumento.

3.3.3 Linealidad

La linealidad de respuesta debe ser inferior a ± 2 unidades de opacidad.

3.3.4 Desviación del dial de la escala

La desviación del cero debe ser inferior a ± 1 unidad de opacidad/hora.

3.3.5 Tiempo de respuesta

La indicación de la opacidad debe alcanzar 90% de la lectura final dentro de 0,5 segundos después de que se efectúe en menos de 0,01 segundos un cambio en la opacidad del gas medido.

3.3.6 Repetición de las mediciones

La repetición del opacímetro debe ser de ± 1 % de la escala completa durante 4 muestras sucesivas de la misma fuente de humo.

3.3.7 Tiempo de precalentamiento

El instrumento debe alcanzar su estabilidad de operación dentro del tiempo recomendado por el fabricante del equipo después de haber encendido el aparato.

3.3.8 Calibración

Se deben calibrar varios niveles de la escala mediante patrones de opacidad conocida (filtros de densidad neutral) y mediante aire limpio para verificar el cero. Estos procedimientos deben cumplir con las especificaciones del fabricante según el manual de operación del equipo.

3.4 Fuente de luz y detector del opacímetro

3.4.1 La fuente de luz debe ser una lámpara incandescente con un rango de temperatura de 2527 a 2977 °C (2800 a 3250 °K), o un diodo de emisión de luz verde y con un máximo espectral entre 550 y 570 nm.

3.4.2 El detector de luz debe ser tipo fotocelda o fotodiodo, con filtro si es necesario. En el caso de la fuente de luz incandescente, el detector debe tener un espectro de respuesta similar al del ojo humano, en el rango de 550 a 570 nm y 4% de respuesta máxima por debajo de 430 nm y por encima de 680 nm.

3.4.3 Los rayos emitidos por la fuente de luz deben ser paralelos dentro de una tolerancia de 3 grados del eje óptico. El detector debe ser protegido de forma que no sea afectado directa o indirectamente por los rayos con un ángulo menor de incidencia que tres grados del eje óptico.

3.4.4 La longitud efectiva recorrida por la luz a través del humo debe estar especificada por el fabricante, teniendo en cuenta la influencia de los componentes del aparato para evitar el contacto de la lámpara y el detector con el humo.

3.4.5 Cualquier método como purga de aire usado para proteger la fuente de luz y el detector de un contacto directo con el hollín, debe ser diseñado para minimizar cualquier efecto desconocido en la longitud de la trayectoria óptica efectiva de la medición del humo.

3.5 Características de los equipos auxiliares para el ensayo

Se pueden utilizar opcionalmente cartas de registro u otra medida para grabar los datos, siempre y cuando no afecten los resultados del ensayo.

4 MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DEL OPACÍMETRO

Al opacímetro se le debe realizar el mantenimiento y servicio recomendado por el fabricante del equipo. Adicionalmente al ajuste de cero y máximo valor que se debe realizar antes de cada ciclo de ensayo de aceleración libre, se debe verificar periódicamente la linealidad en la respuesta del equipo, utilizando los filtros de densidad neutral. Si se supera el error en la linealidad de ± 2 unidades de opacidad, se deben hacer las correcciones de acuerdo a las recomendaciones del fabricante antes de realizar nuevas mediciones.

5 CONDICIONES DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN LIBRE

El proceso completo del ensayo de aceleración libre presenta seis fases. Las cuales se describen a continuación:

5.1 Instrucción del personal de operación

5.1.1 El personal de operación para el ensayo debe estar previamente instruido en la ejecución del ensayo de aceleración libre. Es imprescindible que el operario comprenda claramente el movimiento del acelerador del vehículo durante el ensayo.

5.1.2 La autoridad competente debe velar por la instrucción y calificación de los operarios del ensayo de aceleración libre, y de emitir las credenciales que así lo certifiquen.

5.2 Preparación del vehículo y verificación de la seguridad

5.2.1 Antes de iniciar el ensayo de aceleración libre, se debe seguir el siguiente procedimiento:

5.2.1.1 Si el vehículo está equipado con transmisión sincrónica (manual), la transmisión se debe colocar en neutro y el embrague debe ser liberado. Si el vehículo está equipado con transmisión automática, esta debe ser colocada en la posición de estacionamiento o en su defecto en la posición de neutro.

5.2.1.2 Se deben colocar dispositivos a fin de evitar el desplazamiento del vehículo durante el ensayo.

5.2.1.3 El aire acondicionado del vehículo debe permanecer apagado.

5.2.1.4 Si el motor está equipado con un freno de motor, este debe ser desactivado durante el ensayo.

COVENIN 2309:2002

5.2.1.5 Todos los accesorios o equipos que posea el motor y que puedan alterar sus características de aceleración normal y que puedan tener efecto en los resultados del ensayo, deben ser desactivados antes del mismo.

5.2.1.6 Se debe verificar que el gobernador del motor está en capacidad de mantener el límite máximo de velocidad, utilizando el siguiente procedimiento:

5.2.1.6.1 Con el motor en marcha mínima, presionar lentamente el acelerador del vehículo y permitir que la velocidad del motor se incremente gradualmente hasta alcanzar aproximadamente la máxima velocidad permitida por el gobernador del motor (marcha al vacío). Utilizar el tacómetro instalado en la consola del vehículo o por medio de un instrumento colocado para tal efecto.

5.2.1.6.2 A medida que la velocidad se incremente, observar cuidadosamente cualquier señal visual o audible en el motor o vehículo que pueda indicar problemas de operación. Si no se presenta alguna indicación de problemas, aumentar la velocidad del motor hasta verificar la capacidad para controlar la velocidad máxima de operación del motor a través del gobernador. Si existe alguna indicación de que el gobernador del motor no está funcionando, o existe riesgo potencial de daño al motor o condiciones no seguras para el personal o el equipo, el acelerador debe ser liberado inmediatamente y el ensayo para ese vehículo debe ser suspendido.

5.3 Preparación de la prueba y ajuste del equipo de medición

5.3.1 Condiciones del aire ambiental

Las condiciones del aire ambiental pueden afectar los resultados del ensayo, para ello se deben considerar lo siguiente:

5.3.1.1 Viento

Se deben evitar las condiciones con viento excesivo. Se considera que el viento es excesivo si este perturba el tamaño, la forma o la trayectoria del gas de escape. El efecto del viento debe ser eliminado o reducido colocando el vehículo en un área de resguardo o utilizando equipos de medición que consideran los efectos del viento en las mediciones del humo o zonas de muestreo.

5.3.1.2 Humedad

No debe existir humedad visible (incluyendo neblina, lluvia, rocío), en la región donde se realizan las mediciones. Algunos diseños de equipos consideran los efectos de esta condición.

5.3.2 Instalación del opacímetro

El opacímetro utilizado para las pruebas de aceleración libre debe cumplir con las características descritas en los puntos 3.1 al 3.5. Se debe seguir el procedimiento general de instalación especificado por el fabricante del equipo. Adicionalmente, se debe seguir el procedimiento descrito a continuación:

5.3.2.1 La boquilla del opacímetro tipo muestra debe ser insertada dentro de la tubería de escape con el extremo abierto dentro del flujo de escape.

5.3.2.2 El sistema de escape debe encontrarse libre de fugas.

5.3.2.3 El espacio libre entre el borde de la boquilla de muestra y la pared de la tubería de escape debe ser como mínimo de 5 mm.

5.3.2.4 Solo se debe utilizar la boquilla y la sonda de muestreo, (en diámetro interno y longitud), especificada por el fabricante del equipo y de aplicación según el vehículo a ser sometido al ensayo.

5.3.3 Vehículos con múltiples salidas de escape. Cuando el vehículo a evaluar está equipado con diversas salidas del humo de escape, no es necesario medir la opacidad del humo de cada una de las salidas. Se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

5.3.3.1 Si no se perciben visualmente diferencias en el humo proveniente de cada tubería, la opacidad debe ser medida en la tubería que permita la instalación más sencilla del equipo de medición. Debe ser suficiente la observación preliminar de una o más aceleraciones rápidas para tomar la decisión.

5.3.3.2 Si se observan diferencias en el humo existente en los tubos de escape, el opacímetro debe ser instalado en el ducto que visualmente presenta el mas alto nivel de humo.

5.4 Preparación del vehículo

5.4.1 Antes de la ejecución del ensayo, el vehículo debe ser operado bajo carga, mínimo durante 15 minutos, para asegurar que el motor ha alcanzado las condiciones normales de operación. Alternativamente, se deben verificar las temperaturas de aceite y de agua para garantizar que el motor está en los rangos normales de operación recomendados por el fabricante.

5.4.2 Con el motor acondicionado de acuerdo a 5.4.1, en condiciones normales de operación y partiendo de la operación del motor en el régimen de marcha mínima o marcha al ralentí:

5.4.2.1 El operario debe mover el acelerador a la posición de máxima aceleración lo más rápido posible.

5.4.2.2 El operario debe mantener el acelerador en la posición de máxima aceleración hasta que el motor alcance la marcha al vacío.

5.4.2.3 Se debe mantener el motor en la marcha al vacío entre 1 a 4 segundos adicionales. El operario debe liberar el acelerador y permitir que el motor retorne a la condición de marcha mínima o marcha al ralentí.

5.4.2.4 Una vez que el motor alcance la condición de mínima velocidad, el operario debe permitir que el motor permanezca en esta condición 45 segundos, antes de iniciar el siguiente ciclo de aceleración rápida. Este período de tiempo a baja velocidad permite que el turbo de los motores cargador (si existen) desaceleren a la velocidad normal con el motor en mínimo, lo cual contribuye a reducir la variabilidad de los resultados entre los ciclos de aceleración libre.

5.4.2.5 Repetir los puntos 5.4.2.1 hasta 5.4.2.4 tanto como sea necesario para completar los ciclos preliminares de aceleración y los ciclos del ensayo descritos en 5.4.3 y 5.5.3.

5.4.3 Ciclos preliminares en el ensayo de aceleración libre. En el vehículo se deben ejecutar por lo menos tres ciclos preliminares de aceleración rápida, empleando la secuencia descrita en 5.4.2. Los ciclos preliminares permiten que se remueva cualquier material que se pudo acumular en el sistema de escape del vehículo durante la operación previa.

5.5 Preparación del equipo

5.5.1 Unidad de procesamiento de datos. Antes de que el ensayo de aceleración libre se lleve a cabo, la unidad de procesamiento de datos del opacímetro debe ser calibrada adecuadamente. Se debe consultar el manual de instrucciones suministrado por el fabricante del equipo para verificar el procedimiento de calibración específico, sin embargo, se deben efectuar los siguientes pasos:

5.5.1.1 Si el equipo utilizado posee un sistema de multimodos, se debe seleccionar el de aceleración libre.

5.5.1.2 Se deben seleccionar las unidades de medición requeridas en la salida del equipo (opacidad o coeficiente de absorción de luz).

5.5.1.3 Se debe suministrar cualquier identificación adicional que permita llevar control del ensayo, entre las que se incluyen: fecha, nombre del operador, identificación del vehículo, entre otras.

5.5.2 Máximo valor y cero del opacímetro. Antes de realizar las mediciones del humo, se deben verificar las lecturas de cero y de máximo valor del opacímetro. Este procedimiento de verificación se puede realizar automáticamente en algunos sistemas de medición, sin embargo en otros equipos se debe realizar manualmente. Se debe verificar que las unidades de impresión o reportes estén operando adecuadamente:

5.5.2.1 Los ajustes de calibración se deben realizar sin que la boquilla de muestra esté introducida en el tubo de escape del motor.

5.5.2.2 El opacímetro debe ser acondicionado y estabilizado de acuerdo a las especificaciones del fabricante, antes de verificar o ajustar el cero y/o el máximo valor.

5.5.2.3 Si el opacímetro está equipado con un sistema de purga de aire para prevenir que el conjunto óptico se ensucie, este se debe activar y ajustar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

5.5.2.4 Cero del opacímetro: Con el equipo en modo de lectura de opacidad, verificar la lectura a $0,0 \pm 1,0$ unidades de opacidad.

COVENIN 2309:2002

5.5.2.5 Máximo valor: Con el equipo en modo de lectura de opacidad, verificar la lectura a $100,0 \pm 1,0$ unidades de opacidad.

5.6 Ejecución del ensayo de aceleración libre

5.6.1 Ciclos del ensayo de aceleración libre. Dentro de los 2 minutos siguientes a la ejecución de los ciclos preliminares de aceleración libre, se deben realizar cuatro (4) ciclos de ensayos de aceleración, accionando el acelerador del vehículo de la manera y secuencia descrita en los puntos 5.4.2.1 hasta 5.4.2.5. El resultado del valor de opacidad medido, corresponde al promedio obtenido de las cuatro lecturas máximas obtenidas durante las aceleraciones.

5.6.2 Criterio de validación del ensayo. El resultado del ensayo obtenido en 5.6.1 debe ser considerado válido solo bajo el siguiente criterio:

Los valores obtenidos en los cuatro ciclos consecutivos deben estar situados en una banda de $0,25 \text{ m}^{-1}$ del coeficiente de absorción de luz, y no deben ser parte de una secuencia decreciente.

5.6.3 Ensayos inválidos. Si los resultados obtenidos durante el ensayo no cumplen con el criterio de validación descrito en 5.6.2, deben verificarse los siguientes parámetros como posibles causas de invalidación de los resultados:

5.6.3.1 El motor no alcanza los requisitos de temperatura, por lo que el vehículo se debe acondicionar bajo carga durante 15 minutos o hasta que se alcancen los límites requeridos.

5.6.3.2 Verificar la instalación del opacímetro en la tubería y la instrumentación de soporte del equipo.

5.6.3.3 El desplazamiento del cero excede el límite permitido, se debe verificar que no exista acumulación de material en el sistema óptico del opacímetro. Es recomendable verificar y reajustar el opacímetro entre los ciclos de aceleración libre.

5.6.3.4 No es necesario completar un ensayo una vez que se ha declarado inválido. Si no es posible alcanzar nuevamente el cero del equipo, se debe limpiar el sistema óptico de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

5.6.3.5 Si el procedimiento se repite de acuerdo a 5.6.1 y todavía se obtienen resultados que no cumplen con el criterio de validación del ensayo, se considera que el vehículo requiere servicio.

5.7 Cálculos e informe de los resultados finales

Si se logra cumplir con el criterio de validación de 5.6.2, los datos deben ser declarados válidos y el ensayo debe ser completado. El promedio de los valores máximos de opacidad de los cuatro ciclos de aceleración libre debe ser reportado como el resultado final del ensayo.

6 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Repetir las mediciones de opacidad mínimo tres veces en los vehículos a intervalos de 5 segundos. Si alguna de las lecturas difiere en más de 5 unidades con respecto a los otros valores, descartar el valor y hacer una nueva medición.

Promediar las lecturas registradas y expresar en porcentaje y calcular mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Opacidad} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}$$

Donde:

N_1, N_2, N_3 : Lecturas respectivas en porcentaje de opacidad

NOTA: Cuando son dos tubos de escape utilizar el de mayor opacidad para efectos de la aplicación de esta norma.

7 LÍMITES DE OPACIDAD

Los límites de opacidad máxima de los vehículos Diesel, se establecen según lo determine la autoridad competente.

8 INFORME

El informe debe contener lo siguiente:

- 8.1 Fecha de realización del ensayo.
- 8.2 Número y título de la Norma Venezolana COVENIN consultada.
- 8.3 Nombre, dirección, número telefónico o de fax del establecimiento donde se realizó la medición y número de registro de la empresa emitido por la autoridad competente.
- 8.4 Marca, modelo y placas del vehículo.
- 8.5 Serial de motor y la carrocería.
- 8.6 Resultados obtenidos al efectuar la medición: porcentaje de opacidad.
- 8.7 Nombre y firma del técnico que realizó la medición.
- 8.8 Fecha de la última calibración del equipo.
- 8.9 Observaciones

BIBLIOGRAFÍA

Decreto N° 2.673. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Normas sobre emisiones de fuentes móviles. 1998.

ISO 11614:1999 Reciprocating internal combustion compression – ignition engines – Apparatus for measurement of the opacity and for determination of the light absorption coefficient of exhaust gas.

Participaron en la primera revisión de esta norma: Arriaga, Sebastián; Chacín, Antonio; Costa, Julia; De Vita, Rodolfo; Domínguez, Andrés; Escalona, Leyda; Espinoza, Luis; González, Otilio; Hualde, Alfonso; mellado, Pantaleón; Moreno, Roselia; Mújica, Natacha; Muñoz, Teotiste; Velazco, Luis.

ANEXO A
(Informativo)

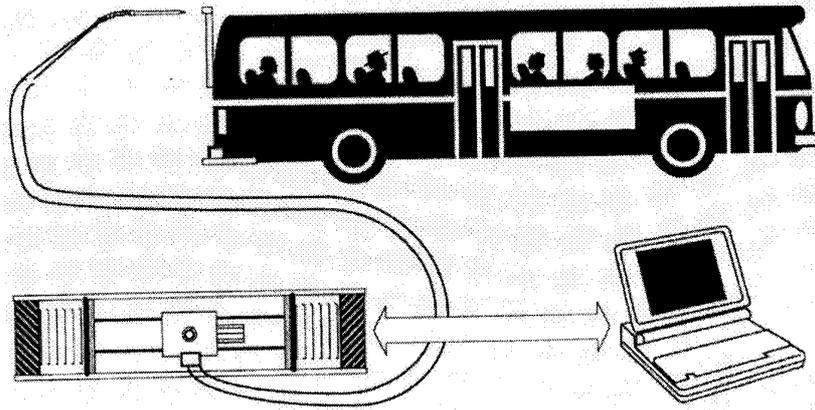
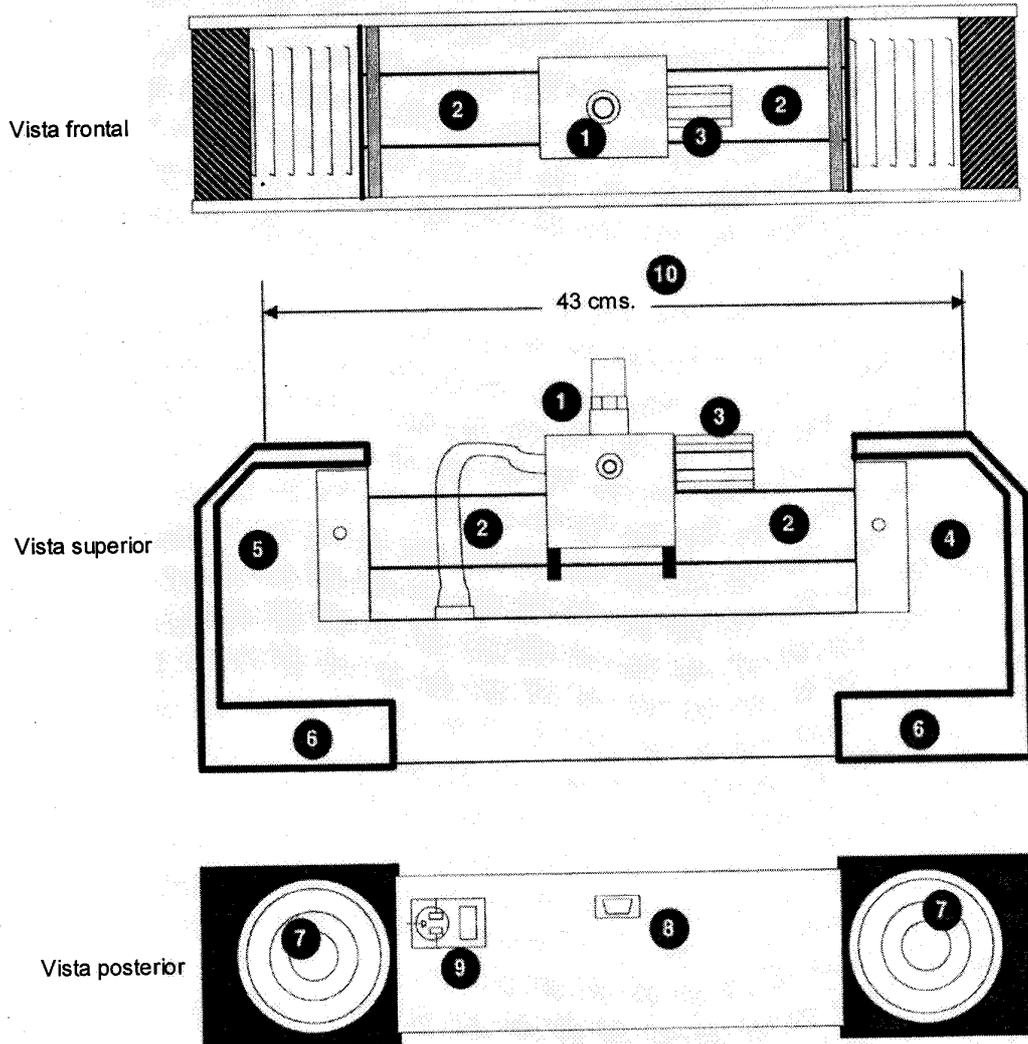


Figura A.1. Unidad de medición de opacidad (Opacímetro)

**NOTAS:**

- 1 Conexión a manguera o sonda
- 2 Celda de Muestreo
- 3 Electroválvula
- 4 Fuente emisora de luz (interna)
- 5 Detector de luz (interna)
- 6 Protectores de goma
- 7 Extractores de aire
- 8 Puerto de comunicación
- 9 Alimentación 120 Vac.
- 10 Longitud de trayectoria óptica (43 cms, del emisor al detector de luz)

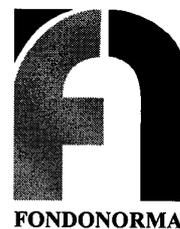
Figura A.2. Unidad de Medición de opacidad (Opacímetro, detalles)

**COVENIN
2309:2002**

**CATEGORÍA
C**

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



Depósito Legal: LF55520026213391
ISBN: 980-06-3130-5
ICS: 13.040.50

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptor: Calidad de aire, determinación, opacidad, humo de escape en el
vehículo, motor diesel, fuente móvil

© FONDONORMA 2002