

	MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL	Código:	P-CAM-063
		Versión:	1
		Fecha:	17 Sep 2019

1. OBJETIVO

El presente procedimiento establece las actividades requeridas para medir las emisiones de humo generadas por fuentes móviles accionadas con ciclo diesel según la norma de referencia NTC 4231:2012

2. ALCANCE

El presente procedimiento aplica para las mediciones de gases de escape realizadas a vehículos accionados por motores ciclo diesel para estimar indirectamente la emisión de material particulado, por el método de aceleración libre.

Las actividades descritas se establecen en cumplimiento a la normatividad legal vigente, NTC 4231:2012 y Resolución 910 de 2008.

3. DEFINICIONES

**Definiciones según norma técnica NTC 4231:2012*

ERROR MÁXIMO PERMITIDO: Valor extremo del error permitido para el opacímetro.

FALLA SÚBITA DEL MOTOR: Evento de anomalía inesperado en el desempeño del motor y/o sus accesorios, durante la ejecución de la prueba.

LINEALIDAD DEL OPACÍMETRO: Medida de la desviación máxima absoluta de los valores medidos por el medidor de humo con relación a los valores de referencia.

OPACIDAD (N): Fracción de luz expresada en porcentaje (%) que, al ser enviada desde una fuente, a través de una trayectoria obstruida por humo, no llega al receptor de instrumento de medida.

$N = \text{luz obstruida} / \text{luz enviada}$

$N = 100(1-T)$

OPACÍMETRO: Equipo diseñado para medir la opacidad de una corriente de humo o muestra parcial de esta, mediante el principio de extinción de luz. Para fines de esta norma, se hace referencia específicamente a los equipos que operan bajo el principio de flujo parcial, o de muestreo.

PRUEBA DE OPACIDAD. Prueba de evaluación en la cual se registra el valor de opacidad del humo emitido por un vehículo sometido a una o más pruebas unitarias de aceleración libre, para ser comparado con los límites normativos vigentes.

	MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL	Código:	P-CAM-063
		Versión:	1
		Fecha:	17 Sep 2019

PRUEBA UNITARIA DE ACELERACIÓN LIBRE: Es la secuencia de aceleraciones necesarias para determinar el resultado representativo de opacidad para el vehículo en evaluación.

PRUEBA ABORTADA: Prueba que, debido a factores externos a la prueba misma, no puede llegar a su fin.

SENSOR DE TEMPERATURA: Elemento empleado con el fin de estimar la temperatura de operación del motor del vehículo en evaluación.

SENSOR DE VELOCIDAD DE ROTACIÓN (RPM): Sensor empleado con el objeto de determinar la velocidad de giro del motor, comúnmente medida en revoluciones por minuto (r/min).

SISTEMA DE MUESTREO: Conjunto de elementos que permiten la toma de muestra de los gases y la transporta al sistema de medición.

SISTEMA DE MEDICIÓN: Hardware y software necesarios para tomar y analizar una muestra de emisiones de gases de escape, compuesto básicamente por un equipo (Opacímetro) y un sistema de muestreo.

SOFTWARE DE APLICACIÓN: Programa que permite el desarrollo secuencial, funciones del analizador de gases y registro de cada una de las condiciones de la prueba de inspección de un vehículo relacionada con las emisiones de gases contaminantes.

SONDA DE MUESTREO: Es el elemento que se introduce al sistema de escape del vehículo. La sonda de muestreo está compuesta por una punta de muestreo de gases y una manguera.

VELOCIDAD MÁXIMA DE ROTACIÓN (GOBERNADA): Velocidad máxima de rotación que puede alcanzar el motor antes de que se produzca la reducción o corte del suministro de combustible. Es la velocidad máxima permisible para evitar daños por sobre-revoluciones del motor. Es un parámetro especificado por el fabricante del motor.

VELOCIDAD MÍNIMA DE ROTACIÓN (RALENTÍ): Velocidad mínima de rotación del motor, necesaria para mantener en operación y sin carga el motor. Corresponde a la posición “neutro” para transmisión manual y “parqueo” para transmisión automática, sin accionar el acelerador. Es un parámetro especificado por el fabricante del motor.

VERIFICACIÓN DE LINEALIDAD: Es el procedimiento en el cual se realiza la verificación de la linealidad del opacímetro. Esta práctica es rutinaria y se debe efectuar con la frecuencia que recomienda el fabricante del equipo. Se realiza utilizando los filtros de verificación con los que cuenta cada equipo de medición.

4. METODOLOGÍA

	MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL	Código:	P-CAM-063
		Versión:	1
		Fecha:	17 Sep 2019

4.1. Generalidades

4.1.1. Inicio de Operativo

El técnico debe registrar en la **Bitácora de Operación** la hora de encendido del sistema y debe realizar la verificación inicial del estado del equipo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Verificar estado de la sonda, y eliminar el material particulado presente, agua o humedad, u otro tipo de sustancia extraña que pueda afectar la lectura de la muestra, así como verificar que no se tengan obstrucción en la cámara de muestreo del opacímetro.
- Encender e iniciar el opacímetro asegurando el correcto estado de mantenimiento del mismo.
- Verificar el estado de las sondas de temperatura, RPM, cables eléctricos, entre otros.

4.1.2. Cierre de Operativo

Una vez finalizado el operativo, el técnico debe registrar en la **Bitácora de Operación** la hora de cierre del sistema y el estado de los accesorios y equipo de medición.

4.1.3. Software de aplicación

Para la realización de las mediciones de emisiones generadas por fuentes móviles ciclo diesel se utiliza el software **GASTECH OPA 100**. La operación detallada del software se encuentra en el documento **“Manual de usuario Gastech OPA100”**

4.1.4. Tiempo Respuesta Opacímetro

El opacímetro tiene dos tipos de sondas, la de 10mm que se recomienda para vehículos livianos y que funciona con manguera de 1 m y la de 27 mm que es para vehículos pesados y funciona con manguera de 3 m. Tener en cuenta que los parámetros de tiempo de respuesta pueden cambiar por el uso de una u otra sonda, se recomienda seguir el instructivo de ajuste de tiempo de respuesta del manual de usuario para verificar que no se incumple este requerimiento.

4.2. Descripción

No	ACTIVIDAD
1	Validación de software Luego de verificar el opacímetro, el técnico debe encender el sistema en el cual accede al software de aplicación ingresando su usuario y su respectiva contraseña:
2	Prueba de Linealidad La prueba de linealidad del opacímetro se debe realizar al iniciar la operación del equipo, antes de realizar mediciones. Para esto se debe ingresar en el software de aplicación en el menú “linealidad”, y seguir los pasos del Anexo 1. Prueba de Linealidad



MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL

Código:	P-CAM-063
Versión:	1
Fecha:	17 Sep 2019

3	<p>Inspección y preparación previa del vehículo:</p> <p>Antes de iniciar con la preparación previa del equipo para la medición, el Técnico debe ingresar los siguientes datos del propietario y del vehículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo y Número del documento de identificación. • Tipo de vehículo: Nuevo o matriculado • Nombre completo/ Razón Social. • Dirección, teléfono (fijo/celular), departamento y ciudad. (Los teléfonos son opcionales). • Marca, tipo de motor, línea y diseño. • Placa, año de modelo y cilindraje. (No aplica para equipos sin matricular el servicio) • Clase de vehículo, servicio, combustible. (No aplica para equipos sin matricular el servicio) • Número de motor, numero VIN o serie. • Número de licencia de tránsito (No aplica para equipos sin matricular el servicio) • Kilometraje, potencia, tipo de motor, diseño, tipo de escape.
4	<p>Verificación de Condiciones Ambientales.</p> <p>La prueba debe realizarse dentro de las siguientes condiciones ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura ambiente entre 5°C y 55°C. - Humedad relativa no mayor a 90%. <p>El software detecta automáticamente las condiciones ambientales; en caso de no realizarse, se debe verificar la conexión del termohigrómetro. Cuando el sistema se bloquea por no cumplirse las condiciones ambientales se debe reportar la situación en el “reporte de fallas” e informar al Ingeniero para definir las acciones a seguir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si las condiciones ambientales no cumplen con lo estipulado en la norma, el botón continuar no se habilitará. En caso tal, se presionara el botón “<i>Abortar prueba</i>”. <p>Si las condiciones ambientales cumplen con lo estipulado se continua con la ejecución de la prueba.</p>
5	<p>Preparación del equipo de medición</p> <p>Antes de llevar a cabo el ensayo de aceleración libre, el sistema realizará una preparación del equipo de medición verificando el estado del opacímetro y que la sonda se encuentre fuera del tubo de escape antes de realizar las pruebas de rutina del equipo. En esta prueba se realizan y verifican las</p>

	<p>rutinas de calentamiento, la limpieza de la cámara de humos y auto cero, el valor mínimo y máximo de opacidad, la redefinición de la escala y la linealidad del equipo.</p> <p>Para la linealidad el software verificará que ésta se encuentre vigente, cumpliendo los EMP permitidos, y niveles del cero. Cuando existe un incumplimiento en alguno de los parámetros antes mencionados, el equipo se bloqueará y se deberá realizar una linealidad indicando “<i>limpieza de lentes</i>”. Una vez se obtiene la linealidad exitosa y vigente, se puede continuar con la prueba.</p>
6	<p>Inspección del Vehículo</p> <p>El Técnico debe verificar el vehículo de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la transmisión esté en neutro (transmisiones manuales) o en parqueo o neutral (transmisiones automáticas). • Verificar que las luces estén encendidas y los demás instrumentos eléctricos y electrónicos se encuentren apagados. • Para los vehículos que poseen freno de motor o ahogador del escape, estos deben estar en posición de apagado. • Todo sistema de precalentamiento de aire de admisión, debe estar apagado. • Si el vehículo cumple con todas las verificaciones, se selecciona el botón continuar, si, por el contrario, las verificaciones no cumplen, se seleccionan los hallazgos en el listado en rojo y se presionara el botón rechazar prueba.
7	<p>Preparación del vehículo para la prueba oficial</p> <p>Para la preparación del vehículo se deben tener en cuenta las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura del Motor: Se realiza la comprobación de la correcta temperatura de operación del motor (50°C), la cual es almacenada y tenida en cuenta para la validación al final de la prueba, adicionalmente se cuenta con la opción de iniciar con temperatura por debajo de 50°C que será validada al final de la prueba. - Aceleración Suave: Realizar una aceleración suave y lenta hasta llegar al valor límite de aceleración para verificar el correcto funcionamiento del gobernador o limitador de RPM del motor. Cuando se termina el proceso de aceleración el sistema indica al técnico para que suelte el acelerador y muestra un mensaje para calificar el resultado de la aceleración, es decir, si se presentan fallas en el sistema de control de giro o en las condiciones normales del motor o vehículo. Si no se presentan fallas se da la opción se continua la prueba, de caso contrario se selecciona la falla presentada y se rechaza la prueba. - Captura de RPM Ralentí y Gobernada: Para continuar con la prueba, se deben ingresar los valores de ralentí y velocidad gobernada con sus respectivas tolerancias; según la ficha técnica del vehículo cuando esta es conocida; de lo contrario seleccionar que el sistema los establezca automáticamente. Posteriormente, se medirán los valores en ralentí y en gobernada para registrar los valores y compararlos con los valores ingresados. En caso de incumplimiento con los valores de ficha técnica o norma se realiza el rechazo de la prueba.

- **Prueba de Aceleración súbita:** En esta etapa se verifica que las velocidades configuradas si sean correctas, el técnico debe oprimir completamente el acelerados en menos de 1s y sostener el acelerador totalmente oprimido hasta alcanzar la velocidad de gobernación, teniendo en cuenta que se debe lograr dicha velocidad en menos de 5 segundos y sostenerse por 3 segundos más. En caso de no alcanzar los valores el sistema permitirá realizar un máximo de 3 pruebas, en caso de fallar está ultima el vehículo es rechazado.
- **Medición del diámetro del tubo de escape:** Antes de continuar con la prueba, se debe ingresar el diámetro del tubo de escape en mm

Procedimiento de medición Prueba Oficial

Introducción de la sonda de muestreo:

- La sonda de muestreo será insertada en la salida de gases de escape cuando lo indique el software de aplicación, se debe garantizar que la sonda esté a contra-corriente del flujo del gas emitido por la fuente.
- En caso de que el vehículo posea varias salidas de gases de escape, se realizará varias aceleraciones para determinar por cuál de ellas se evidencia mayor presencia de material particulado, esto se hará de manera visual por el técnico. Si la diferencia no es notable, se procederá a tomar la muestra del tubo al que se tenga acceso con más facilidad.

Prueba de aceleración unitaria:

- Una prueba unitaria de aceleración es la secuencia de cuatro (4) aceleraciones súbitas, acotadas por las velocidades mínima y máxima de acuerdo con las registradas anteriormente. En esta prueba unitaria de aceleración, las cuatro (4) aceleraciones son registradas, descartando la primera y empleando las tres (3) restantes para el cálculo del resultado final de opacidad.

8

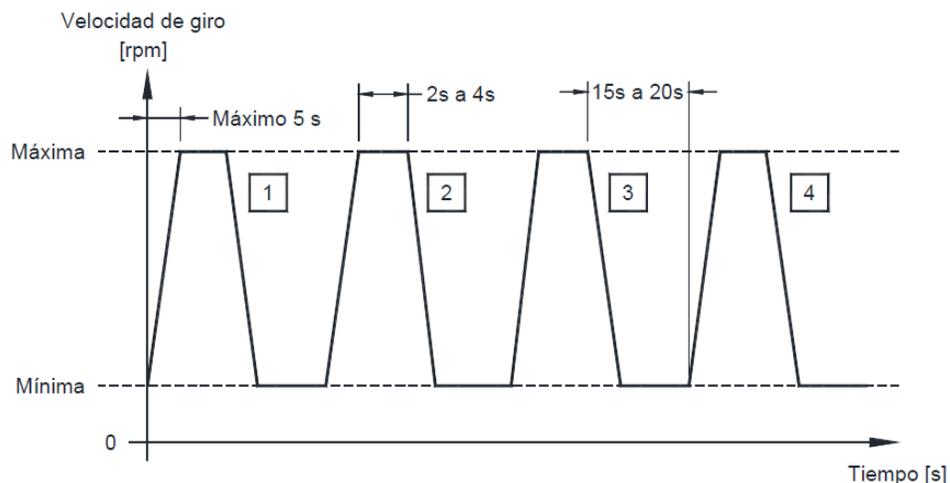


Figura 1. Prueba unitaria de aceleración



MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL

Código:	P-CAM-063
Versión:	1
Fecha:	17 Sep 2019

El Técnico debe desarrollar la siguiente secuencia asistida por el sistema:

-
- El sistema pedirá acelerar a velocidad gobernada.
- Garantizado el tiempo de sostenimiento a la velocidad gobernada, el Técnico debe liberar el acelerador para que el motor regrese a la velocidad de ralentí. El sistema indicará en qué punto es liberado el acelerador.
- Una vez liberado el acelerador debe transcurrir entre 15 s y 20s antes de iniciar la siguiente aceleración súbita. El sistema debe contabilizar este tiempo e indicar en qué punto es iniciada la siguiente aceleración súbita.
- Este proceso se repite 3 veces más, el equipo realizará la comprobación de la desviación del cero, diferencia aritmética y variación de temperatura antes de terminar la prueba.
- Aclarar que luego de finalizada la prueba unitaria, se debe retirar sonda para realizar la validación de la prueba, de la siguiente manera:
 1. Validar la diferencia de temperatura, si no cumple esta validación, se permite realizar una prueba más y si reincide esta situación se rechaza por condiciones anormales de operación
 2. Validar la diferencia aritmética entre el mayor y el menor valor de opacidad, este no debe ser mayor al 5% y en caso de incumplimiento puede realizarse 2 veces más y en caso de presentar esta situación 3 veces consecutivas se rechaza la prueba por condiciones anormales de operación
 3. Validar el nivel de cero luego de retirar la sonda, el cual debe ser inferior al 2%, en caso de incumplimiento por 3 veces consecutivas, se aborta la prueba, no se emite resultado y se bloquea la operación del equipo hasta tanto se hayan resuelto las condiciones que provocaron el aborto.

Nota: En cualquier momento el sistema puede solicitar abortar la prueba cuando no se cumplen los criterios de validación del opacímetro. Para el caso que no se cumplen los criterios de validación del vehículo, el software registrará el rechazo de la prueba

Fin de la medición.

- | | |
|---|--|
| 9 | <ul style="list-style-type: none">- Apagar el vehículo y posteriormente retirar la sonda de muestreo, la sonda de RPM y la sonda de temperatura.- Generar e imprimir el informe respectivo. |
|---|--|

5. REFERENCIAS Y ANEXOS

F-CAM-311 Bitácora de Operación

NTC 4231:2012 Procedimientos de evaluación y características de los equipos de flujo parcial necesarios para medir las emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con ciclo diesel. Método de aceleración libre

	MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL	Código:	P-CAM-063
		Versión:	1
		Fecha:	17 Sep 2019

Manual del software Gastech OPA 100
Anexo 1. Prueba de linealidad

ANEXO 1 PRUEBA DE LINEALIDAD

N°	Actividad	Referencia
1	Seleccionar la opción del menú “linealidad”	
2	Revisar que estén presentes y limpios los cristales de protección del emisor y el receptor y realizar un autocero para garantizar un nivel de cero adecuado para la correcta verificación del opacímetro.	
3	Ingresar los valores de los filtros con los cuales se va a realizar la verificación en los espacios numerados a la izquierda de la ventana.	



MEDICIÓN DE EMISIONES VEHÍCULOS CICLO DIESEL

Código:	P-CAM-063
Versión:	1
Fecha:	17 Sep 2019

4	<p>Frente a las casillas de cada valor seleccionar el símbolo >> con el cual se comenzará la medida del filtro de densidad, luego de este proceso, el rombo tomará el color verde (si la medida está entre los rangos establecidos) y se elige el botón graficar; así se procede para los 4 puntos que se van a evaluar.</p>	
5	<p>Cuando se tomen los cuatro puntos, se puede graficar, si así se desea, la tendencia de los puntos medidos. Para terminar, se selecciona el botón “Enviar resultados a la base de datos”.</p>	
6	<p>Luego de que la linealidad está cargada en la base de datos, se presiona el botón aceptar para terminar con el procedimiento.</p>	
7	<p>En caso de que se presente bloqueo del equipo por nivel cero durante una prueba oficial debe hacerse exactamente el procedimiento anterior incluyendo adicionalmente una limpieza de la cámara, de los cristales de protección y de los lentes del emisor y el receptor, confirmando toda esta operación con la casilla de verificación que dice “limpieza lentes”, que se encuentra en la parte inferior derecha, antes de enviar resultados a la base de datos.</p>	