

**DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-AA-004-SCFI-2013 y NMX-AA-151-SCFI-2013.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.- Subsecretaría de Competitividad y Normatividad.- Dirección General de Normas.

DECLARATORIA DE VIGENCIA DE LAS NORMAS MEXICANAS NMX-AA-004-SCFI-2013, ANÁLISIS DE AGUA-MEDICIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-004-SCFI-2000) Y NMX-AA-151-SCFI-2013 EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS REDUCTORAS DE EMISIONES Y/O DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA-ESPECIFICACIONES.

La Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 34 fracciones II, XIII y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3 fracción X, 51-A, 51-B y 54 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 45 y 46 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 21 fracciones I, IX y XXI del Reglamento Interior de esta Secretaría y habiéndose satisfecho el procedimiento previsto por la ley de la materia para estos efectos, expide la declaratoria de vigencia de las normas mexicanas que se enlistan a continuación, mismas que han sido elaboradas y aprobadas por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT), lo que se hace del conocimiento de los productores, distribuidores, consumidores y del público en general. El texto completo de las normas que se indican puede ser adquirido gratuitamente en la biblioteca de la Dirección General de Normas de esta Secretaría, ubicada en Puente de Tecamachalco número 6, colonia Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes, Naucalpan de Juárez, código postal 53950, Estado de México o en el catálogo electrónico de la Dirección General de Normas: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>

Las presentes normas mexicanas NMX-AA-004-SCFI-2013 y NMX-AA-151-SCFI-2013, entrarán en vigor 60 días naturales después de la publicación de esta declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

CLAVE O CÓDIGO	TÍTULO DE LA NORMA
<b>NMX-AA-004-SCFI-2013</b>	ANÁLISIS DE AGUA-MEDICIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-004-SCFI-2000).
<b>Objetivo y campo de aplicación</b>	
Esta Norma Mexicana establece el método de prueba para la medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Es de aplicación nacional.	
<b>Concordancia con normas internacionales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta Norma Mexicana no coincide con ninguna norma internacional por no existir norma internacional sobre el tema tratado.</li> </ul>	
<b>Bibliografía</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997 (ACUERDO por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal, publicado en Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003).</li> <li>- NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.</li> <li>- NMX-AA-3-1980, Aguas residuales-Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.</li> <li>- NMX-AA-14-1980, Cuerpos receptores-Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.</li> <li>- Solids. Environmental Protection Agency, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, 1986.</li> <li>- 2540 F, Settleable Solids, American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, United States of America, Washington DC 20005, 21th Edition.</li> </ul>	
<b>NMX-AA-151-SCFI-2013</b>	EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS REDUCTORAS DE EMISIONES Y/O

	DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA-ESPECIFICACIONES.
<p style="text-align: center;"><b>Objetivo y campo de aplicación</b></p> <p>Establecer criterios, requisitos y especificaciones de evaluación de tecnologías alternativas como son: aditivos, filtros de partículas, convertidores catalíticos, dispositivos electromagnéticos, sistemas reductores, aditivos líquidos y sólidos, utilizadas en vehículos con motor de combustión interna para disminuir sus emisiones contaminantes a la atmósfera y/o la mejora del rendimiento del combustible.</p> <p>Esta Norma Mexicana es de aplicación nacional, estableciendo los procedimientos y requisitos para los proveedores o empresas encargadas de promover tecnologías alternativas de reducción de emisiones contaminantes y/o mejora del rendimiento energético, para cumplir con el esquema de regulación ambiental establecido por los instrumentos normativos y de fomento ambiental.</p> <p>Esta norma no es aplicable para los aditivos de aceites lubricantes.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Concordancia con normas internacionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta norma no coincide con ninguna norma internacional, por no existir normas internacionales en el tema tratado.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>Bibliografía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y sus reformas.</li> <li>- NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metanos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Octubre de 2006).</li> <li>- NOM-050-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993) (ACUERDO por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal, publicado en Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003).</li> <li>- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.</li> <li>- Catálogo de Aceites y Lubricantes para Automotores.- API (American Petroleum Institute), (s/f). Estados Unidos de América. 2005.</li> <li>- Código Federal de Regulaciones Volumen 40, partes 85 a la 86, revisado en julio de 1994. Estados Unidos de América. Code of Federal Regulations. Vol. 40, Parts 85 to 86, revised July. 1994, USA.</li> <li>- Disposiciones uniformes relativas a la homologación de los catalizadores de recambio para vehículos de motor. Organización de las Naciones Unidas. Adición 102: Reglamento No. 103 Fecha de entrada en vigor: 23 de febrero de 1997. (Uniform provisions concerning the approval of replacement catalytic converters for Power-driven vehicles. United Nations Addendum 102: Regulation No. 103 Date of entry into force: 23 February 1997).</li> <li>- Manual de Lubricantes de la SAE (Society of Automotive Engineers. USA. 2008) Estados Unidos de América.</li> <li>- Método de extrapolación de datos, desempeño de convertidor catalítico y programa de prueba de durabilidad. Marino, Robert R. Dirección de Desempeño de Productos de la Compañía Soluciones Ambientales World Wide America Inc. (2007). Estados Unidos de América.</li> <li>- Procedimiento de evaluación opcional para los nuevos convertidores catalíticos para equipo no original en el mercado de refacciones en vehículos motorizados no equipados con sistema de diagnóstico a bordo OBD II. (RAT-A Rapid Ageing Test CARB Consejo de Recursos del Aire del Estado de California, USA). 2008). Estados Unidos de América.</li> <li>- Protocolo de acondicionamiento de vehículos sujetos a pruebas de laboratorio; LA-4 (EPA-74).</li> <li>- Protocolo de pruebas de laboratorio 13 Modos, EPA, (1994) USA. Estados Unidos de América.</li> <li>- Protocolo de prueba de laboratorio 49R CEE, Comunidad Económica Europea (1997).</li> </ul>	

- Protocolo de prueba SAE-J1321. Sociedad de Ingenieros de los Estados Unidos para el avance de la movilidad por tierra, mar, aire y espacio internacional. Prácticas recomendadas para vehículos de superficie SAE J1321(reeditado en octubre de 86), conjuntamente con TMC/SAE Procedimiento de prueba para el consumo de combustible-tipo II. (The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space International. Surface Vehicle Recommended Practice, SAE-J1321, (Reat oct. 86), Joint TMC/SAE fuel consumption test procedure- type II.).

México, D.F., a 9 de octubre de 2013.- El Director General de Normas y Secretariado Técnico de la Comisión Nacional de Normalización, **Alberto Ulises Esteban Marina**.- Rúbrica.



## **NORMA MEXICANA**

**NMX-AA-151-SCFI-2013**

### **EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS REDUCTORAS DE EMISIONES Y/O DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA - ESPECIFICACIONES**

*EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR EMISSION REDUCTION  
AND/OR FUEL CONSUMPTION FOR VEHICLES WITH INTERNAL  
COMBUSTION ENGINE - SPECIFICATIONS*



## PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- AMBIENTALIS, S. A. DE C. V.
- AQUA NOVA, S. A. DE C. V.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIEROS MECÁNICOS Y ELECTRICISTAS (AMIME).
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ (AMIA).
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A. C. (ANPACT).
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACIÓN (CANACINTRA).
- CENTRO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS, A. C. (CNCP).
- COCA COLA FEMSA, S. A. DE C. V.
- CORPORATIVO SAN ÁNGEL, S. C.
- EMISSION CONTROL LAB CALIFORNIA CERTIFICATE.
- EMPRESAS SOCIALMENTE RESPONSABLES, S. C.
- EURO FUEL SAVER COMPANY, S. A. DE C. V.
- FUNDACIÓN HOMBRE NATURALEZA, A. C.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL (GDF).
- GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO (GEDOMEX).
- HQ – TECHNOLOGY, S. A DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO (IMP).
- LABORATORIO DE EMISIONES VEHICULARES Y ENSAYO DE MOTORES.



- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE (IMT).
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE).
- DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN EN POLÍTICA Y ECONOMÍA AMBIENTAL (DGIPEA).
- DIRECCIÓN GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL (DGCENICA).
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN).
- ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS (ESIQUE).
- MZ COMERCIALIZACIÓN, S. A. DE C. V.
- RED LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE AUTORIDADES AMBIENTALES.
- SANEAMIENTO ECOLÓGICO CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, S. A. DE C. V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (SAGARPA)
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP).
- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA (SE).
- SECRETARÍA DE ENERGÍA (SENER).
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA (CONUEE).
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).
- DIRECCIÓN GENERAL DE FOMENTO AMBIENTAL, URBANO Y TURÍSTICO (DGFAUT).



NMX-AA-151-SCFI-2013

- DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES (DGGCARETC).
- PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA).
- SECRETARÍA DE SALUD.
- COMISIÓN FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS (COFEPRIS).
- SHEICA FIRE, S.A.
- SOUTH COAST AIR QUALITY MANAGEMENT DISTRICT (AQMD).
- TOTAL ENERGY SERVICES, S. A. DE C. V.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACH).
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM).
- INSTITUTO DE INGENIERÍA.
- WHITE CAT ENVIRONMENTAL SYSTEMS, S. A. DE C. V.



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>Número del Capítulo</b>		<b>Página</b>
0	INTRODUCCIÓN	1
1	OBJETIVO	3
2	CAMPO DE APLICACIÓN	4
3	REFERENCIAS	4
4	DEFINICIONES	5
5	CRITERIOS, REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE PRUEBA DE LABORATORIO	9
6	PRUEBAS A BORDO O EN RUTA	40
7	PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	42
8	VIGENCIA	44
9	BIBLIOGRAFÍA	44
10	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	46



## NORMA MEXICANA

### NMX-AA-151-SCFI-2009

# EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS REDUCTORAS DE EMISIONES Y/O DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA VEHÍCULOS CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA - ESPECIFICACIONES

## *EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR EMISSION REDUCTION AND/OR FUEL CONSUMPTION FOR VEHICLES WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE - SPECIFICATIONS*

### 0 INTRODUCCIÓN

Una forma de coadyuvar al desarrollo de la capacidad tecnológica para el mejor desempeño ambiental de los vehículos con motor de combustión interna en nuestro país, es garantizar la evaluación de los bienes que se brinden para este fin, los niveles mínimos de buena gestión a los cuales se compromete el proveedor tecnológico y que garanticen al comprador el cumplimiento de las especificaciones del mismo.

La evaluación se enmarca en una tendencia global a mejorar los niveles de la calidad de aire del país, en la que los responsables de los vehículos con motor de combustión interna demandan productos, cada vez con mayor insistencia, que les ayude a mejorar el desempeño ambiental de sus unidades y que éstos se sustenten con pruebas confiables, es previsible que en el futuro cercano la fabricación y venta de estos dispositivos esté condicionada a mecanismos de verificación a nivel internacional.

---

**La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma, cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el: 13 de noviembre de 2013**



La evaluación de dispositivos que mejoran el desempeño ambiental y/o energético de los vehículos, es un proceso con enfoque normativo mediante el cual se verifica la capacidad de una tecnología para mejorar el desempeño ambiental y/o energético en los motores de combustión interna, y determinar si se cumple de manera adecuada con los principios, criterios, requisitos e indicadores definidos en esta norma.

Con el objeto de contar con un instrumento normativo nacional en beneficio del medio ambiente, cuyos principios y criterios sean acordes con estándares internacionales y de esta manera evaluar las propiedades de mejora ambiental de una tecnología específica bajo condiciones de operación de los motores de combustión interna en nuestro país, se ha considerado necesario emitir la presente norma.

Dadas las modificaciones a los instrumentos regulatorios en materia de emisiones para los vehículos con motor de combustión interna, es importante que cuenten con alternativas viables en materia de sistemas de control de emisiones, con el objetivo de cumplir satisfactoriamente con las regulaciones ambientales establecidas, de igual forma establecer criterios únicos de evaluación hacia los fabricantes o promoventes de dichas tecnologías.

Para la evaluación de aditivos, convertidores catalíticos y filtros de partículas, se deben tomar en cuenta las formulaciones de los combustibles y en particular para diesel, el nivel de azufre, número de cetano y la lubricidad, en gasolina la presencia de aditivos detergentes multifuncionales, nivel de azufre y el índice de octano, factores que tienen efecto en el desempeño de las tecnologías.

Las tecnologías alternativas para la reducción de emisiones de vehículos a diesel, gasolina y biocombustibles (etanol y biodiesel), son de aplicación cada vez más común en Europa y los Estados Unidos no así en México, en donde han faltado estos desarrollos así como la promoción de su uso en el transporte pesado y ligero, en tal sentido se hace necesario conocer su desempeño en las condiciones de altitud, tipo de combustible comercial y de flota vehicular.

Se debería, por parte de la cadena de regulación vehicular divulgar el uso de tecnologías ahorradoras probadas.

El sector institucional relacionado, debería de establecer programas y leyes de fomento al uso de tecnologías ahorradoras vinculadas a los planes sectoriales de medio ambiente y energía.



Dado lo anterior, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) podrá evaluar las tecnologías probadas en base a la presente norma mexicana, a petición de los promoventes.

Para ello, los laboratorios de instituciones de investigación y de enseñanza superior equipados, deberían dar mantenimiento y calibración a su equipamiento e instrumental y promover el desarrollo de sus laboratorios e incluir las pruebas de tecnología como un servicio a los promoventes de tecnologías.

En este sentido, es necesario que los consultores en tecnologías ahorradoras y el sector académico deban ser facilitadores en la promoción, realización y coordinación de las pruebas, su evaluación y su certificación.

A su vez las autoridades regulatorias en materia de uso y aplicación de tecnologías reductoras de emisiones y/o ahorradoras de energía deberán establecer los requisitos y procedimientos para autorizar el uso de las mismas dentro de la industria automotriz para que se acepte el uso específico de tecnología probada, orientando a los usuarios en el uso de las mismas en los vehículos automotores.

Para reconocer resultados de las pruebas el laboratorio deberá consignar, entre otros elementos, las pruebas aplicadas, los métodos y equipos de medición utilizados y la calibración respectiva de estos últimos.

Los resultados de las pruebas de tecnologías reductoras podrían certificarse a solicitud de parte, cumpliendo con los requisitos de Ley y las normas vigentes para ello.

Lo anterior, siempre y cuando las dependencias y organismos nacionales de normalización competentes establezcan los respectivos requisitos y procedimientos para ello, y participe la Entidad de Acreditación con los laboratorios que establezcan este servicio.

Por lo que es consenso, que la promoción y el fomento del uso y aplicación de tecnologías ahorradoras, deberá basarse en resultados de sus desempeños ambientales y energéticos probados, evaluados y certificados.

## **1 OBJETIVO**

Establecer criterios, requisitos y especificaciones de evaluación de tecnologías alternativas como son: aditivos, filtros de partículas, convertidores catalíticos, dispositivos electromagnéticos, sistemas reductores, aditivos líquidos y sólidos,



utilizadas en vehículos con motor de combustión interna para disminuir sus emisiones contaminantes a la atmósfera y/o la mejora del rendimiento del combustible.

## 2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana es de aplicación nacional, estableciendo los procedimientos y requisitos para los proveedores o empresas encargadas de promover tecnologías alternativas de reducción de emisiones contaminantes y/o mejora del rendimiento energético, para cumplir con el esquema de regulación ambiental establecido por los instrumentos normativos y de fomento ambiental.

Esta norma no es aplicable para los aditivos de aceites lubricantes.

## 3 REFERENCIAS

Para la aplicación de la presente norma mexicana deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes, o las que las sustituyan:

- NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de marzo de 2007.
- NOM-042-SEMARNAT-2003 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2005.
- 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2007.

- NOM-047-SEMARNAT-1999 Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de mayo de 2000.
- NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 2006.
- NMX-AA-011-1993-SCFI Método de prueba para la evaluación de emisiones de gases del escape de los vehículos automotores nuevos en planta que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 1993.

## 4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma mexicana se establecen las siguientes definiciones:

### 4.1 Aditivo:

Es toda aquella sustancia que se adiciona para mejorar las cualidades de un producto o en este caso un combustible; la adición puede ser medida en ppm, ppb, % de volumen; o bien, % de peso.

Se considera que los aditivos pueden constituir: biocombustibles (etanol y biodiesel), mejoradores de combustión, reductores de emisiones vehiculares o reductores del consumo de combustible y/o algunas otras sustancias.

### 4.2 Ciclo de pruebas:

Una secuencia de puntos de prueba, cada uno de los cuales posee un régimen y un par concretos que debe seguir el motor bajo condiciones de funcionamiento de estado continuo.

### 4.3 Compensación de caudal:

Igualar en sentido opuesto la cantidad mínima necesaria de un gas que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo.



#### **4.4 CONUEE:**

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

#### **4.5 Convertidor catalítico:**

Es el dispositivo conformado por un panel cerámico y/o metálico impregnado con metales nobles (platino, paladio, rodio y/o de otro tipo), encapsulado o enlatado en una carcasa metálica de una pieza o a través de 2 conchas y una junta de compensación de expansión de estas por cambios en la temperatura de los gases de combustión; para su colocación como sistema de post-tratamiento en los vehículos automotores.

#### **4.6 CVS:**

Por sus siglas en ingles que se traducen como Muestreo a Volumen Constante. Equipo utilizado para realizar pruebas de emisiones vehiculares, cuya función es tomar todo el volumen de los gases de combustión del motor y diluirlos con aire a un volumen constante.

#### **4.7 Dispositivo de postratamiento de partículas:**

Un sistema de postratamiento de gases de escape diseñado para reducir las emisiones de partículas contaminantes (PT) mediante una separación mecánica, aerodinámica, por difusión o inercial.

#### **4.8 Emisión másica:**

Exhalación a la atmósfera de agentes químicos gaseosos cuantificables en unidades de masa.

#### **4.9 Emisión vehicular:**

Las provenientes del vehículo de combustión interna y pueden ser constituidas por uno o más de los siguientes parámetros: monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, hidrocarburos evaporativos, sumatoria de hidrocarburos y partículas.

#### **4.10 Evaluación de la conformidad:**

La determinación del grado de cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas o la conformidad con las Normas Mexicanas, las Normas Internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características.



Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

#### **4.11 Filtro de partículas:**

(DPF: Diesel Particulate Filter) es el dispositivo, capaz de reducir en alta proporción las partículas emitidas por el escape de los vehículos automotores a diesel (servicio pesado y servicio ligero), compuesto por un sustrato de material especial de recubrimiento de metales nobles que junto con un componente químico interno o externo, actúa también en la reducción y oxidación de los gases contaminantes (HC, CO, y NO<sub>x</sub>).

#### **4.12 Hot 505:**

Es la fase caliente de la prueba FTP-75 y consta de 505 segundos. Este tipo de prueba se utiliza para evaluar el comportamiento en cuanto al efecto de emisiones vehiculares en todo tipo de vehículo, donde se requiera evaluar el efecto inmediato del comportamiento de sistemas y tecnologías anticontaminantes.

#### **4.13 Indicador de mal funcionamiento:**

Es una señal visual y/o auditiva que informa claramente al conductor del vehículo en caso de mal funcionamiento, este aplica a todos los sistemas de control de emisiones.

#### **4.14 Ley:**

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).

#### **4.15 LGEEPA:**

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

#### **4.16 Mal funcionamiento:**

Cualquier deterioro, fallo del motor o sistema del vehículo que pueden dar lugar a emisiones que superan la línea base.

#### **4.17 Porcentaje de carga:**

La proporción del par máximo disponible utilizado a un régimen determinado del motor.

#### **4.18 Porcentaje de variación de un laboratorio:**

Es todo aquel valor obtenido de considerar la incertidumbre expandida de un laboratorio, la cual se obtiene mediante un análisis estadístico el cual puede ser de tipo ANOVA u otro.

#### **4.19 Potencia al freno o Potencia neta:**

La potencia obtenida en el banco de pruebas en el extremo del cigüeñal o su equivalente.

#### **4.20 PROFEPA:**

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

#### **4.21 Protocolo de pruebas:**

Es el procedimiento que se emplea para conocer el efecto en emisiones vehiculares, desempeño (potencia, torque, velocidad y rendimiento), durabilidad y/o consumo de combustible de aditivos, convertidores catalíticos, filtros y sistemas reductores en general. Es todo aquel que especifica el tipo y características de motores y/o vehículos para ser evaluados secuencialmente mediante métodos de prueba estandarizados.

#### **4.22 Prueba preliminar o de tipo tamiz:**

Esta prueba se emplea para conocer en forma preliminar el efecto en emisiones vehiculares, desempeño, durabilidad y consumo de combustible de un aditivo, convertidor catalítico, filtro catalítico y/o sistema reductor. Debe de considerar una secuencia básica de prueba, la cual incluye protocolos estandarizados y los resultados que se obtengan deberán ser mayores al porcentaje de variación de un laboratorio.

#### **4.23 Reglamento:**

Reglamento de la LFMN.

#### **4.24 Reglamento de la LGEEPA:**

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.



**4.25 Secretaría:**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**4.26 Sistema reductor de emisiones:**

Es todo aquel sistema que se coloca en el motor de un vehículo, tanque de combustible, líneas de conducción del combustible, líneas de admisión de aire y/o en el tubo de escape, estos pueden ser elementos electromagnéticos, magnéticos, con principios eléctricos o de otro tipo.

**4.27 Verificación:**

La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

**5 CRITERIOS, REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE PRUEBA DE LABORATORIO**

**5.1** Criterios Generales.

**5.1.1 Pruebas Tamiz - Pruebas Determinantes - Pruebas Complementarias**

Estas deben efectuarse en forma consecutiva. Especificando siempre en los resultados, el nivel que se esté reportando.

**5.1.2** Los resultados de estas pruebas serán reportadas por escrito por el laboratorio.

**5.1.3** Los resultados de las pruebas se basarán en la comparación de una línea base - "sin la aplicación tecnológica" - y una segunda línea de comparación - "con la aplicación tecnológica" - y haberse obtenido y replicado tres veces consecutivas, para confirmar el principio de repetitividad, tomando como referencias los valores de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT y NOM-045-SEMARNAT (véase 3 Referencias).

**5.1.4** Para la obtención de los resultados deberán aplicarse los métodos, procedimientos y protocolos establecidos en las normas oficiales mexicanas NOM-045-SEMARNAT, NOM-047-SEMARNAT- (véase 3

Referencias) y en su caso las que se encuentran señaladas en los numerales 9.12 y 9.13 de la presente norma mexicana.

**5.1.5** Los resultados obtenidos deben ser estadísticamente consistentes para poder calcular el porcentaje de reducción.

Cálculo del porcentaje de reducción:

$$Ps = \Sigma Rs / Ns;$$

$$Pc = \Sigma Rc / Nc, y$$

$$\%R = (100) * (Ps - Pc) / (Ps).$$

Dónde:

$Nc$  = Número de pruebas realizadas con tecnología;

$Ns$  = Número de pruebas realizadas sin tecnología;

$Pc$  = Promedio de los resultados de un contaminante, con tecnología;

$Ps$  = Promedio de los resultados de un contaminante, sin tecnología;

$\Sigma Rc$  = Sumatoria de los resultados de un contaminante, con tecnología;

$\Sigma Rs$  = Sumatoria de los resultados de un contaminante, sin tecnología, y

$\% R$  = Porcentaje de reducción.

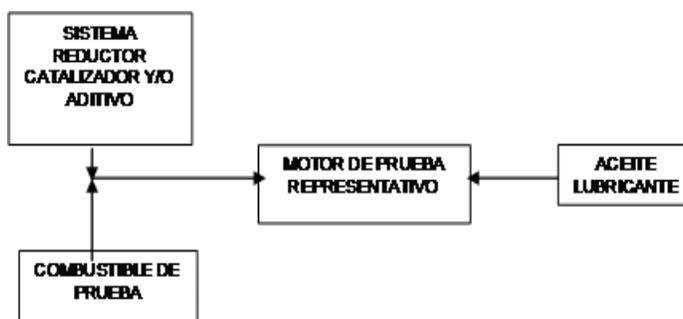
**5.1.6** La evaluación de los resultados de las pruebas de tecnologías alternativas la podrán hacer las instituciones federales y estatales por interés propio o a solicitud de los promoventes, o colectiva e interdisciplinariamente por los grupos de trabajo y por las subcomisiones que para tal efecto existan.

**5.1.7** El diseño de prueba de laboratorio y de campo podrá convenirlo directamente el promovente o a través de un grupo de trabajo interinstitucional e interdisciplinario en el que participaran, entre otros, el laboratorio y el promovente en base a la tecnología a probar.

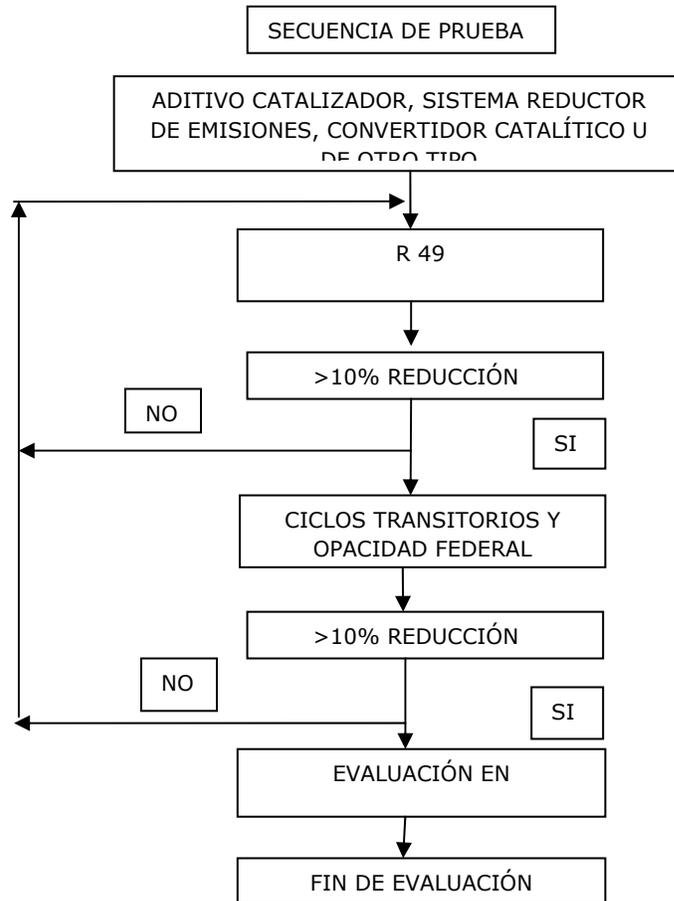
- 5.1.8** Si el dispositivo se destina principalmente a reducir una o más de las emisiones vehiculares, entonces el número de las pruebas necesarias para demostrar una reducción dependerá en gran medida del importe de la reducción, la variabilidad de la misma y otros factores como la representatividad de los motores de prueba. Ya que las variaciones de prueba para estos compuestos suelen ser mayores que para el dióxido de carbono que es el componente principal en el cálculo de la economía de combustible. En tales casos, el laboratorio trabajará con el solicitante para desarrollar un plan de ensayo adecuado.
- 5.1.9** Son objeto de la evaluación de los resultados de las pruebas de tecnologías alternativas, los análisis y conclusiones de las magnitudes que se reporten, las condiciones de las pruebas, las discrepancias de los resultados de las pruebas, con los datos consignados por la información técnica base o previa de la tecnología probada, de las discrepancias y diferencias entre sus distintos componentes y con la literatura técnica y científica dominante al momento de su evaluación.
- 5.2** Requisitos Previos para definir el diseño de la prueba.
- Los requisitos previos para conocer el desempeño de aditivos, catalizadores, sistemas reductores de emisiones y de consumo de combustible y convertidores catalíticos son los que a continuación se establecen.
- 5.2.1** Para el desarrollo de pruebas de laboratorio se requiere definir el tipo sistema reductor de emisiones, convertidor catalítico, aditivo o tecnologías que se van a evaluar.
- 5.2.2** Para probar un sistema reductor de emisiones (Equipo mecánico, pulsera magnética, sistemas electromagnéticos, de convertidores catalíticos, filtros de partículas, sistemas reductores o aditivos). El promovente de la tecnología deberá de proporcionar la información sobre el principio activo de funcionamiento.
- 5.2.2.1** Sus efectos deseados en emisiones gaseosas y partículas, sus efectos secundarios en el combustible y otros posibles efectos secundarios negativos, en su caso.
- 5.2.2.2** Su forma de instalación, insumos, modo de uso, su distancia de colocación con respecto al motor.

- 5.2.2.3** Sus posibles efectos negativos, en el caso que los hubiere, modo de estabilización, así como el tipo de aceite lubricante a emplear y combustible requerido, entre otros.
- 5.2.3** Los promoventes, deben asegurarse de que su dispositivo o aditivo no hace inoperante, degrada, o daña la operación del sistema de diagnóstico a bordo del vehículo.
- 5.2.4** Así como, deberá indicar si son de efecto inmediato o requieren un tiempo y condiciones de estabilización.
- 5.2.5** En el caso de aditivos o catalizadores para combustibles, se deberá informar del tipo de aditivo, sus efectos en el combustible, en emisiones y en el desempeño, proporcionar su concentración conforme a las especificaciones del fabricante, su composición química (esto no refiere a su formulación solo a los componentes químicos que los constituyen), sus efectos en el combustible y en la lubricación (mecanismos de interacción) y sus agentes activos y sus efectos en emisiones y consumo de combustible.
- 5.2.6** El tipo y cantidad de vehículos o motores de prueba, lubricante, recorrido ó tiempo de durabilidad, número máximo de repeticiones de cada prueba para establecer la reducción de contaminantes y de consumo de combustible, entre otros factores, serán los establecidos por la presente norma mexicana.
- 5.2.7** Selección de vehículos y/o motores que deben ser representativos de los grandes centros de población del país y cuyo número debe ser acorde al tipo de dispositivo a evaluar y la aplicación del mismo.
- 5.2.8** El automotor y/o motor deben ser seleccionado(s) de diferentes fabricantes y deben ser representativos de la mayor combinación de motor/transmisión en los Estados Unidos Mexicanos.
- 5.2.9** Se deberá hacer la caracterización de combustible de prueba conforme a la norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI (véase 3 Referencias) el mismo debe ser de un solo lote. Todos los aditivos y combustibles que no estén especificados en la dicha normas sujetarse a lo establecido en la especificación 5.2 de la norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI (véase 3 Referencias).

- 5.2.10** Se deberá verificar que el automotor y/o motor funcione de acuerdo a las especificaciones de operación establecidas por el fabricante de los mismos.
- 5.2.11** Deberá procederse a la verificación y registro de las condiciones mecánicas de las unidades a emplear.
- 5.2.12** El motor y/o el vehículo debe estar lo más cercano a las especificaciones del fabricante para los ensayos de referencia.
- 5.2.13** Si la instalación del dispositivo o aditivo requiere ajustes (por ejemplo, el tiempo, la mezcla de aire y combustible, el estrangulador o el régimen de giro del motor, etc.), entonces se deben adicionar pruebas por triplicado como máximo con sólo estos ajustes, después de retirar el dispositivo.
- 5.2.14** El laboratorio de pruebas deberá utilizar un motor o vehículo representativo de los vehículos en circulación de las Zonas Metropolitanas representativas del país, instalado en un banco dinámico para la realización de las pruebas.
- 5.2.15** Cubiertos los requisitos previos se procederá a efectuar la secuencia pruebas de los aditivos, catalizadores, sistemas reductores de emisión, convertidores catalíticos, tal como lo indican las Figuras 1 y 2 así como las secuencias establecidas en el punto 5.3 de la presente norma mexicana.



**FIGURA 1.** Elementos que conforman una Secuencia de Prueba



**FIGURA 2. Diagrama de Secuencia de Pruebas**

### 5.3 Especificaciones para el diseño de prueba.

Contempla la aplicación de los métodos, procedimientos y protocolos de prueba estandarizados y que son para su uso en laboratorio.

#### 5.3.1 Para evaluaciones de tecnologías aplicables a vehículos ligeros de gasolina, gas, gasolina-gas, diesel y diesel-gas, se desarrollará la siguiente secuencia de pruebas del Cuadro 1, de la presente norma mexicana.

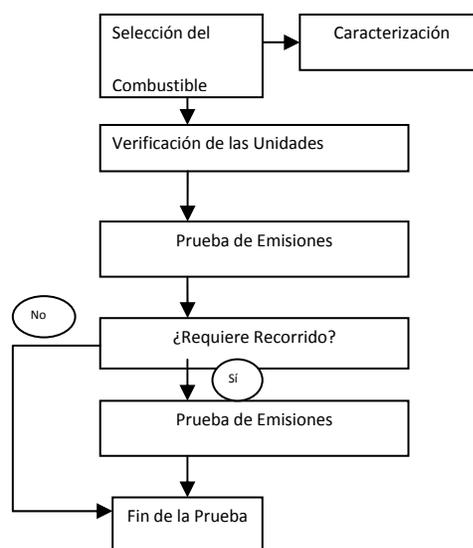
**CUADRO 1. Secuencia de pruebas**

1ra. Etapa (prueba discriminatoria de emisiones)		
<b>DETERMINACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES</b>  Arranque en caliente NMX -AA-011-1993-SCFI	Determinación con combustible de referencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
	Determinación con combustible de referencia más tecnología a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
2da. Etapa (pruebas de selección de efecto de emisiones)		
<b>DETERMINACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES</b> Ciclo ciudad NMX-AA-011-1993-SCFI	Determinación con combustible de referencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
	Determinación con combustible de referencia más tecnología a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
<b>DETERMINACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES</b> Ciclo carretera NMX-AA-011-1993-SCFI	Determinación con combustible de referencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
	Determinación con combustible de referencia más tecnología a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC (g/km)</li> <li>• CO (g/km)</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx (g/km)</li> <li>• (l/km)</li> </ul>
3ra. Etapa (pruebas de recorrido con emisiones y desempeño)		
Equipo a bordo	Cada 10,000 Km. hasta 50,000 Km.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC g/Km</li> <li>• CO g/Km</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx g/Km</li> <li>• (l/km)</li> </ul>

**5.3.1.1** Se efectuará un recorrido para estabilización del vehículo antes de las pruebas, mismo que debe ser registrado.

**5.3.1.2** Prueba preliminar o tipo Tamiz.

- 5.3.1.2.1** Conforme al plan de ensayo acordado, se llevará a cabo una prueba preliminar.
- 5.3.1.2.2** La prueba tipo tamiz será el arranque caliente (Hot-505) de acuerdo con las pruebas establecida en la norma NOM-042-SEMARNAT-2003 y la NMX-AA-011-1993-SCFI (véase 3 Referencias).
- 5.3.1.2.3** Como máximo en dos vehículos, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante sin el dispositivo y/o aditivo instalado, a esta prueba se le denominará "Línea Base".
- 5.3.1.2.4** Como máximo en dos vehículos, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre con el dispositivo instalado.
- 5.3.1.2.5** Como máximo en dos vehículos, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante después de retirar el dispositivo.
- 5.3.1.2.6** En el resultado de las pruebas de emisiones y rendimiento de combustible, debe considerarse la incertidumbre expandida reportada por el laboratorio.
- 5.3.1.2.7** Para la secuencia completa de la prueba tipo tamiz se aplica el siguiente procedimiento del Diagrama 1:



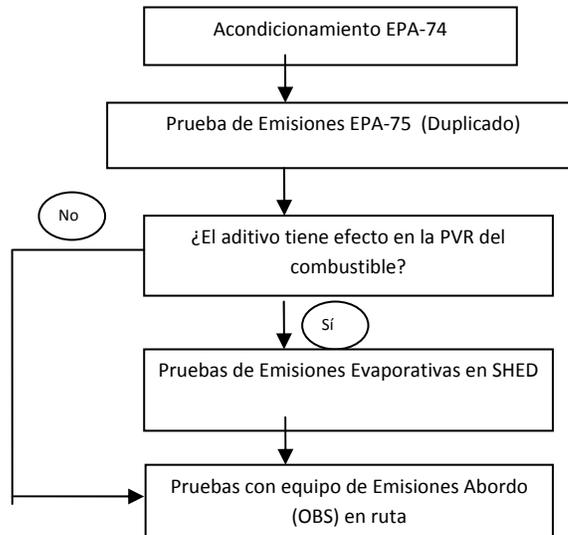
**DIAGRAMA 1. Secuencia de Prueba Tipo Tamiz**

**5.3.1.3** Prueba de laboratorio en condiciones controladas.

Para evaluar una reducción de emisiones contaminantes la prueba es de laboratorio en condiciones controladas correspondiente al ciclo de ciudad establecido en la norma NOM-042-SEMARNAT-2003, en lo correspondiente a los valores de emisión; y al procedimiento a la norma NMX-AA-011-1993-SCFI (FTP-75) (véase 3 Referencias).

- 5.3.1.3.1** Como máximo en dos vehículos por familia de motores (como mínimo por cilindrada máxima o capacidad de desplazamiento), tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante sin el dispositivo instalado.
- 5.3.1.3.2** Como máximo en dos vehículos por familia de motores (como mínimo por cilindrada máxima o capacidad de desplazamiento), tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre con el dispositivo instalado.
- 5.3.1.3.3** Como máximo en dos vehículos por familia de motores (como mínimo por cilindrada máxima o capacidad de desplazamiento), tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante después de retirar el dispositivo.
- 5.3.1.3.4** Los vehículos se acondicionan en el laboratorio realizando una prueba LA-4 (EPA-74) conforme al punto 9.11 de la Bibliografía. El acondicionamiento se realiza al menos 12 horas antes del muestreo (máximo 36), de acuerdo con lo que se señala en la norma NMX-AA-011-1993-SCFI, (véase 3 Referencias) y se dejan en reposo.
- 5.3.1.3.5** Al finalizar la fase de acondicionamiento y reposo, el vehículo se monta sobre el dinamómetro con las ruedas de tracción sobre los rodillos, se arranca en frío y el operador sigue el programa de manejo estandarizado. Generalmente se utiliza el patrón de manejo del procedimiento de la norma NMX-AA-011-1993-SCFI (véase 3 Referencias) (FTP-75).
- 5.3.1.3.6** Se podría convenir en el protocolo experimental el uso de otros patrones de manejo (complementarios del numeral 9.13 de la presente norma mexicana.)

- 5.3.1.3.7** En la prueba de medición de emisiones vehiculares, el sistema de muestreo denominado CVS toma todo el volumen de los gases de combustión del motor y los diluye con aire a un volumen constante.
- 5.3.1.3.8** Durante el desarrollo de la prueba se toma continuamente una muestra de los gases diluidos y se almacena en bolsas especiales de Tedlar.
- 5.3.1.3.9** Al finalizar, cada segmento de las tres fases que componen la prueba se analiza la concentración de los contaminantes. Mediante un balance de materia se determina la masa emitida de cada contaminante en gramos por kilómetro.
- 5.3.1.3.10** El resultado de las pruebas en porcentaje de reducción, debe ser considerando el valor relativo de la incertidumbre expandida del laboratorio.
- 5.3.1.3.11** El informe de ensayo, debe incluir un apartado en el que se analice el comportamiento de la disminución de las emisiones y el comportamiento del consumo de combustible.
- 5.3.1.3.12** Para calcular el aumento en el rendimiento de combustible, adicionalmente debe efectuarse el procedimiento del ciclo de carretera establecido en la norma NMX-AA-011-1993-SCFI (véase 3 Referencias) (HFET), a más tardar dentro de los veinte minutos después de cada ciclo de ciudad efectuado.
- 5.3.1.4.** Pruebas adicionales requeridas.
- 5.3.1.4.1** Sí en la instalación del dispositivo, es necesario manipular el sistema de combustible ó la presión de vapor Reid de la gasolina es modificada por encima de los valores de la Tabla 1 de la norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 (véase 3 Referencias), es necesario verificar las emisiones evaporativas del vehículo.
- 5.3.1.4.2** Para ello, se adiciona la prueba de empapado en caliente (Hotsoak) a la prueba determinante, como máximo por triplicado en 2 vehículos con el dispositivo instalado.
- 5.3.1.4.3** El resultado de la prueba, debe indicar que las emisiones evaporativas están por debajo de un valor de 2 gramos por prueba, como puede observarse en el siguiente Diagrama 2:



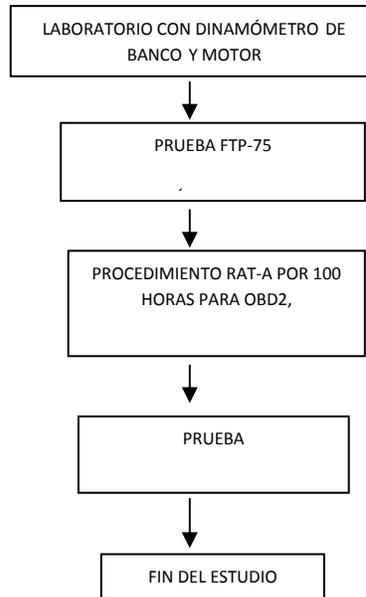
**DIAGRAMA 2. Secuencia de prueba en gasolina a escala laboratorio**

**5.3.1.5** Prueba adicional de durabilidad para dispositivos.

**5.3.1.5.1** Finalmente, se realizarán determinaciones en vehículos representativos en los centros de población del país, para lo cual se realizarían determinaciones en recorrido en por lo menos 50,000 Km, considerando la Línea Base (0 a 10 000 Km) y posteriormente determinaciones cada 10 000 Km hasta totalizar 50 000 Km de recorrido como mínimo.

**5.3.1.5.2** Demostración de la durabilidad. Tratándose de dispositivos de instalación permanentes se deberán efectuar las pruebas de envejecimiento y eficiencia en la reducción de emisiones.

**5.3.1.5.3** Para ello, se ha optado por utilizar el procedimiento de envejecimiento del dispositivo en un motor de banco como se establece en el numeral 9.10, para satisfacer los criterios de durabilidad de acumulación de kilometraje de las tecnologías reductoras, como se menciona en el Diagrama 3 de la presente norma mexicana.



**DIAGRAMA 3. De prueba de envejecimiento acelerado RAT - A (EPA)**

- 5.3.1.6** Pruebas básicas para evaluar motores a diesel o mezclas que incluyan diesel con dispositivo de mejoramiento.
- 5.3.1.6.1** Prueba tamiz ó preliminar de Laboratorio.
- 5.3.1.6.1.1** A petición de los fabricantes o promoventes de la tecnología conforme al plan de ensayo acordado, podrá llevarse a cabo una prueba preliminar.
- 5.3.1.6.1.2** Las pruebas se realizarán bajo el procedimiento, manteniéndolo estable (régimen y par constante) en cada modo de prueba, a efecto de medir el consumo de combustible, la concentración de los gases, partículas, las variaciones de presión y la opacidad de los numerales 9.12 y 9.13 de la presente norma mexicana.
- 5.3.1.6.1.3** Como máximo en dos motores, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante sin el dispositivo instalado, a esta prueba se le denominará "Línea Base".
- 5.3.1.6.1.4** Como máximo en dos motores, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre con el dispositivo instalado.

- 5.3.1.6.1.5** Si la instalación del dispositivo requirió ajustes (por ejemplo, el tiempo, la mezcla de aire y combustible, el estrangulador o el régimen de giro, etc.), entonces se deben adicionar pruebas por triplicado con sólo estos ajustes, después de retirar el dispositivo.
- 5.3.1.6.1.6** Como máximo en dos motores, tres veces en cada uno, cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante después de retirar el dispositivo.
- 5.3.1.6.1.7** Los motores se instalaran en un banco dinamométrico para la realización de las pruebas.
- 5.3.1.6.1.8** Las pruebas 13 Modos; referenciadas en el numeral 9.12 de la presente norma mexicana, básicamente se describen en el siguiente Cuadro 2:

**CUADRO 2. Ciclo 13 Modos (ECE R49 Europeo y Americano)**

<b>Ciclos 13 Modos (ECE R49 Europeo y Americano)</b>				
Modo No.	Régimen RPM	Carga %	Factores de Peso	
			R49	Americano
1	Ralentí 600	0	0,25/3	0,20/3
2	Régimen de máximo PAR	10	0,08	0,08
3		25	0,08	0,08
4		50	0,08	0,08
5		75	0,08	0,08
6		100	0,25	0,08
7	Ralentí	0	0,25/3	0,20/3
8	Régimen de máxima potencia	100	0,10	0,08
9		75	0,02	0,08
10		50	0,02	0,08
11		25	0,02	0,08
12		10	0,02	0,08
13	Ralentí	0	0,25/3	0,20/3

Previo a la aplicación de las pruebas, se obtendrá del motor su curva o mapa de potencia, para ello se le aplicará gradualmente de manera incremental el par de frenado hasta obtener las revoluciones de par máximo y de potencia máxima, mismos que servirán en la aplicación del ciclo de prueba. Es necesario constatar que el control del dinamómetro y el dinamómetro tienen un tiempo de respuesta de por lo menos 20 milisegundos.

**5.3.1.6.1.9** Una vez obtenidas las revoluciones de par máximo y de potencia máxima, se procederá a obtener la línea base de emisiones vehiculares del motor, es recomendable que se realicen hasta tres pruebas para así garantizar la repetibilidad de las pruebas, esto mismo deberá aplicarse a las pruebas realizadas con el dispositivo o sistema de control de emisiones.

**5.3.1.6.2** Muestreo de Gases.

Se medirán los gases de escape, al ser diluidos con aire ambiente acondicionado (sistema CVS con dilución doble para partículas) ó las concentraciones en el gas de escape sin diluir y las partículas con un sistema de dilución de flujo parcial. Utilizando, las señales de par y de régimen de giro del dinamómetro del motor, se integrará la potencia con respecto a la duración del ciclo, con lo que se obtendrá el trabajo producido por el motor a lo largo del ciclo. En el caso de un sistema CVS, se determinará la concentración de  $\text{NO}_x$  y de HC a lo largo del ciclo, integrando la señal del analizador, mientras que la concentración de CO,  $\text{CO}_2$ , y NMHC podrá determinarse, integrando la señal del analizador o tomando muestras con bolsas. Si se miden en el gas de escape sin diluir, todas las concentraciones se determinarán a lo largo del ciclo integrando la señal del analizador. Para las partículas, se tomará una muestra proporcional con un filtro adecuado. Se determinará el caudal de gas de escape diluido o sin diluir a lo largo del ciclo, con el fin de calcular los valores de emisión másica de los contaminantes. Dichos valores, de emisión másica, se compararán con el trabajo del motor, a fin de calcular la cantidad de cada contaminante emitido en gramos, por unidades de potencia por hora.

**5.3.1.6.3** Prueba de Emisiones.

A petición de los fabricantes o promoventes de las tecnologías, podrá efectuarse una prueba simulada para acondicionar el motor y el sistema de escape antes del ciclo de medición.

Preparación de los filtros de muestreo (para vehículos diesel, o que utilicen mezclas que incluyan al diesel).

Antes de la prueba, los filtros se introducirán en una caja de petri, parcialmente cubierta, para protegerlos de la contaminación por polvo, y se colocarán, en una cámara de pesado para

estabilizarlos. Una vez finalizado el período de estabilización, se pesará cada filtro y, tras registrar la tara, se guardará en una caja de petri cerrada o en un portafiltros sellado hasta que se precise para la prueba. Los filtros se utilizarán en el plazo de ocho horas después de que se extraigan de la cámara de pesado. Se registrará la tara.

**5.3.1.7** Instalación del equipo de medición.

Los instrumentos y las sondas de muestreo se instalarán según las indicaciones del proveedor del equipo. El tubo de escape se conectará al sistema de dilución de flujo total.

**5.3.1.8** Puesta en marcha del sistema de dilución y del motor.

El sistema de dilución y el motor se pondrán en marcha y se calentarán hasta que todas las temperaturas y presiones se hayan estabilizado a la potencia máxima, de conformidad con las recomendaciones del fabricante del motor, o de la tecnología propuesta.

**5.3.1.9** Puesta en marcha del sistema de muestreo de partículas (sólo para motores diesel ó mezclas de combustible que incluyan al diesel).

El sistema de muestreo de partículas se pondrá en marcha y funcionará en derivación. El nivel de partículas del aire de dilución, podrá determinarse, haciendo pasar el aire de dilución por los filtros de partículas. Si se utiliza aire de dilución filtrado, podrá efectuarse una medida antes o después de la prueba. Si el aire de dilución no se filtra, podrán efectuarse mediciones al principio y al final del ciclo, y promediarse los valores obtenidos.

**5.3.1.10** El sistema de dilución y el motor se pondrán en marcha y se calentarán hasta que todas las temperaturas y presiones se hayan estabilizado, de conformidad con las recomendaciones del fabricante.

**5.3.1.11** Ajuste del sistema de dilución.

Los flujos del sistema de dilución (flujo total o flujo parcial) se configurarán de manera que se elimine la condensación de agua en el sistema y se obtenga una temperatura en la superficie del filtro que no supere 52 °C.



**5.3.1.12** Comprobación de los analizadores.

Los analizadores de emisiones se pondrán en cero y se ajustarán. Si se utilizan bolsas de muestreo, éstas deberán estar vacías.

**5.3.1.13** Procedimiento de puesta en marcha del motor

El motor estabilizado, se pondrá en marcha de acuerdo con el procedimiento que recomiende el fabricante en el manual de usuario, utilizando un motor de arranque o el dinamómetro.

**5.3.1.14** También, se puede optar por iniciar la prueba directamente desde la fase de acondicionamiento del motor sin pararlo, después de que éste alcance el régimen de ralentí.

**5.3.1.15** Secuencia de prueba.

La secuencia de prueba, se iniciará si el motor ha llegado al régimen de ralentí. La prueba se efectuará, de conformidad con el ciclo de prueba establecido. Los valores del régimen y del par del motor, se registrarán al menos una vez por segundo durante el ciclo de prueba, y las señales podrán filtrarse electrónicamente.

**5.3.1.16** Medición de las emisiones gaseosas.

**5.3.1.16.1** Sistema de dilución de flujo total.

Al poner en marcha el motor o iniciar la secuencia de prueba, sí el ciclo comienza directamente desde la fase de acondicionamiento, el equipo de medición se pondrá en marcha, y simultáneamente se iniciará con:

- Colectar o a analizar el aire de dilución;
- Colectar o a analizar el gas de escape diluido;
- Empezará a medir el volumen de gas de escape diluido (CVS) y las temperaturas y presiones necesarias;
- Empezará a registrar los valores del régimen y del par del dinamómetro.

**5.3.1.16.2** Los HC y NO<sub>x</sub> se medirán de forma continua en el túnel de dilución.

Las concentraciones medias se determinarán integrando las señales del analizador a lo largo del ciclo de pruebas. El tiempo de respuesta del sistema no excederá de veinte segundos y, si es preciso, se coordinará con las fluctuaciones de caudal del CVS y con las desviaciones del tiempo de muestreo/ciclo de pruebas. El CO, el CO<sub>2</sub>, los NMHC y el CH<sub>4</sub> se determinarán, mediante la integración ó analizando las concentraciones acumuladas durante el ciclo en la bolsa de muestreo. Las concentraciones, de los gases contaminantes en el aire de dilución, se determinarán mediante la integración o colectando muestras con las bolsas. Los demás valores se registrarán con una frecuencia mínima, de una medición por segundo.

#### 5.3.1.16.3 Medición del gas de escape sin diluir.

Al poner en marcha el motor o iniciar la secuencia de prueba, si el ciclo comienza directamente desde la fase de precondicionamiento, el equipo de medición se pondrá en marcha, y simultáneamente:

- Empezará a analizar, las concentraciones del gas de escape sin diluir;
- Empezará a medir, el caudal del gas de escape o del aire de admisión y del combustible;
- Empezará a registrar, los valores del régimen y del par del dinamómetro.

#### 5.3.1.16.4 Para evaluar las emisiones gaseosas, las concentraciones de las emisiones (HC, CO y NO<sub>x</sub>) y el caudal másico del gas de escape, se registrarán y se almacenarán con una frecuencia de al menos 2 lecturas por segundo. El tiempo de respuesta del sistema, no excederá de 10 segundos. Todos los demás datos, podrán registrarse con una frecuencia de muestreo de al menos 1 segundo.

#### 5.3.1.16.5 Para el cálculo de la emisión másica de los componentes gaseosos, se tomarán las concentraciones registradas y el caudal másico del gas de escape.



**5.3.1.17** Muestreo de partículas (en vehículos a diesel o mezclas de combustibles que utilicen diesel).

**5.3.1.17.1** Sistema de dilución de flujo total.

Al poner en marcha el motor o iniciar la secuencia de prueba, si el ciclo comienza directamente desde la fase de preacondicionamiento, el sistema de muestreo de partículas, deberá pasarse de la derivación a la de colección de partículas.

**5.3.1.17.1.1** Sí no se aplica una compensación del caudal, las bombas de muestreo se ajustarán de manera que el caudal que pasa por la sonda de muestreo de partículas o el tubo de transferencia se mantenga a un valor de  $\pm 5\%$  del caudal establecido. Sí se aplica una compensación del caudal (es decir, un control proporcional del caudal de muestreo), es preciso demostrar que la relación entre el caudal del túnel principal y el caudal de muestreo de partículas no varía en más de  $\pm 5\%$  respecto a su valor preestablecido (excepto durante los primeros diez segundos de muestreo).

**Nota:** En caso de doble dilución, el caudal de muestreo es la diferencia neta entre el caudal que pasa por los filtros de muestreo y el caudal del aire de dilución secundario.

**5.3.1.17.1.2** Se registrarán la temperatura y la presión medias, en la entrada de los caudalímetros de gas o del instrumento medidor del caudal. Sí el caudal establecido no puede mantenerse durante todo el ciclo (con un margen de  $\pm 5\%$ ) debido a la elevada carga de partículas del filtro, se invalidará la prueba y volverá a efectuarse utilizando un caudal menor o un filtro de diámetro mayor.

**5.3.1.17.2** Sistema de dilución de flujo parcial.

Al poner en marcha el motor o iniciar la secuencia de prueba, sí el ciclo comienza directamente desde la fase de pre - acondicionamiento, el sistema de muestreo de partículas deberá pasarse de la posición de derivación a la colección de partículas.

- 5.3.1.17.2.1** Para controlar el sistema de dilución de flujo parcial, es necesaria una respuesta rápida del sistema. Si el tiempo combinado de transformación de la medición del caudal del gas de escape y del sistema de dilución de flujo parcial es inferior a 0.3 segundos podrá utilizarse el control en línea. Si el tiempo de transformación es superior a 0.3 segundos, se utilizará un control previo basado en una prueba pregrabada.
- 5.3.1.17.2.2** La respuesta de todo el sistema estará determinada de manera que se obtenga una muestra representativa de las partículas, proporcional al caudal másico del gas de escape.
- 5.3.1.17.3** Método de prueba.
- El motor deberá funcionar durante un máximo de sesenta segundos en cada fase, debiéndose completar los cambios de régimen y de carga del motor en los primeros veinte segundos. El régimen especificado se mantendrá a  $\pm 50$  rpm y el par especificado, a un  $\pm 2$  % del par máximo a cada régimen.
- 5.3.1.17.4** Especificaciones de los analizadores.
- Los analizadores, tendrán un rango de medida apropiado para la precisión que se requiere, para medir las concentraciones de los gases de escape.
- 5.3.1.17.4.1** Precisión. El analizador no se desviará del punto de calibración nominal en más de  $\pm 2$  % de la lectura en todo el rango de medida excepto cero, o de un  $\pm 0.3$  % de la escala, debiéndose tener en cuenta el más elevado de estos valores.
- 5.3.1.17.4.2** Exactitud. La exactitud, definida como 2.5 veces la desviación típica de diez respuestas repetitivas a un determinado gas de calibración o de ajuste de escala, no deberá ser mayor a  $\pm 1$  % de la concentración para cada rango usado por encima de 155 ppm o a un  $\pm 2$  % de cualquier rango usado por debajo de 155 ppm.
- 5.3.1.17.4.3** Ruido (variaciones). La respuesta pico a pico del analizador para el cero y de calibración medida durante cualquier período de diez segundos, no excederá del 2 % de la escala en cada uno de los rangos usados.

- 5.3.1.17.4.4** Desviación de la respuesta al cero. La desviación de la respuesta al cero durante un período de una hora será inferior al 2 % de la escala del gas de menor rango usado.
- 5.3.1.17.4.5** Tiempo de respuesta. El tiempo de respuesta del analizador instalado en el sistema de medición no será superior a 3.5 segundos.
- 5.3.1.17.4.6** Secado del gas. El dispositivo opcional de secado del gas deberá influir lo menos posible en la concentración de los gases medidos. Los desecadores químicos, no son un método aceptable para eliminar el agua de la muestra.
- 5.3.1.17.4.7** Analizadores. En los siguientes puntos se describen los principios de medición que deberán utilizarse:
- 5.3.1.17.4.7.1** Monóxido de carbono (CO). El analizador de monóxido de carbono será del tipo NDIR.
- 5.3.1.17.4.7.2** Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El analizador de dióxido de carbono será del tipo NDIR.
- 5.3.1.17.4.7.3** Hidrocarburos (HC). Para los motores diesel y los motores de gas alimentados con GLP, el analizador de hidrocarburos será del tipo HFID, un detector de ionización de flama caliente con válvulas, conductos, etc., y con un elemento calefactor para mantener el gas a una temperatura de 190 °C ±10 °C. Para los motores de gas alimentados con GN, el analizador de hidrocarburos podrá ser del tipo FID, un detector de ionización de flama sin elemento calefactor, en función del método utilizado.
- 5.3.1.17.4.7.4** Hidrocarburos no metánicos (NMHC) (motores de gas alimentados con GN exclusivamente). Los hidrocarburos no metánicos, se determinarán mediante uno de los métodos siguientes:
- 5.3.1.17.4.7.4.1** Método de cromatografía de gases (GC). Los hidrocarburos no metánicos se determinarán por sustracción del metano, analizado con un cromatógrafo de gases (GC) acondicionado a 150 °C.

**5.3.1.17.4.7.4.2** Método del cortador no metánico (NMC). Para determinar la fracción de hidrocarburos no metánicos se utilizará un NMC en caliente junto con un FID, mediante sustracción del metano de los hidrocarburos.

**5.3.1.17.4.7.4.3** Análisis de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). El analizador de óxidos de nitrógeno será un detector de luminiscencia química (CLD) o bien un detector de luminiscencia química en caliente (HCLD), con un convertidor  $\text{NO}_2/\text{NO}$  si se efectúa la medición en condiciones secas. Si la medición se realiza en condiciones húmedas, se utilizará un HCLD cuyo convertidor se mantendrá por encima de  $55\text{ }^\circ\text{C}$ .

**5.3.1.17.5** Medición de la relación aire/combustible equipo de medición de la relación aire/combustible utilizado para determinar el caudal de gas de escape, será un sensor de la relación aire/combustible de amplio rango o un sensor lambda del tipo Zirconia. El sensor se instalará directamente en el tubo de escape, en un punto en el que la temperatura del gas de escape sea lo suficientemente elevada como para eliminar la condensación de agua.

**5.3.1.17.6** La precisión del sensor con dispositivos electrónicos incorporados será de:

- $\pm 3\%$  de la lectura  $\lambda < 2$
- $\pm 5\%$  de la lectura  $2 \leq \lambda < 5$
- $\pm 10\%$  de la lectura  $\lambda \geq 5$

**5.3.1.17.7** Para alcanzar dicha precisión, se calibrará el sensor de acuerdo con las instrucciones del fabricante del instrumento.

**5.3.1.17.8** Muestreo de emisiones de gases.

**5.3.1.17.8.1** Gas vehicular sin diluir.

Las sondas de muestreo de emisiones de gases, se introducirán a una profundidad mínima de  $0,5\text{ m}$  ó tres veces el diámetro del tubo de escape, debiéndose tener en cuenta el más elevado de estos valores, antes del punto

de salida del sistema de gases de escape, pero lo suficientemente cerca del motor como para garantizar que los gases de escape se mantengan a una temperatura de al menos 70 °C en la sonda.

- 5.3.1.17.8.1.1** En el caso de un motor de varios cilindros con un colector de escape bifurcado, la entrada de la sonda, estará situada lo suficientemente lejos en la dirección del caudal de escape como para garantizar que la muestra obtenida sea representativa del promedio de emisiones vehiculares de todos los cilindros. En los motores de varios cilindros que posean grupos de colectores separados, como, por ejemplo, los motores en "V", se recomienda combinar los colectores antes de la sonda de muestreo. Si esta solución no fuera práctica, se permitirá tomar una muestra del grupo que presenta la mayor emisión de CO<sub>2</sub>. También, podrán utilizarse otros métodos, siempre que se haya demostrado que son equivalentes a los anteriores. Para calcular la emisión de gases del vehículo, se utilizará el caudal másico total de gas de escape.
- 5.3.1.17.8.1.2** Si el motor incorpora un sistema de postratamiento de gases de escape, la muestra de gas de escape se tomará después de dicho sistema.
- 5.3.1.17.8.2** Gas vehicular diluido.
- La sonda ó sondas de muestreo para emisiones de gases, se instalarán en el túnel de dilución, en un punto en el que el aire de dilución y el gas de escape se mezclen perfectamente, y muy cerca de la sonda de muestreo de partículas.
- 5.3.1.17.8.3** Por regla general, el muestreo podrá efectuarse de dos maneras:
- 5.3.1.17.8.3.1** Los contaminantes se recogen en una bolsa de muestreo durante el ciclo y se miden tras finalizar la prueba.
- 5.3.1.17.8.3.2** Los contaminantes se muestrean de forma continua y se integran a lo largo del ciclo; este método es obligatorio para los HC y los NO<sub>x</sub>.

- 5.3.1.17.9** Medición de las partículas. Para la medición de las partículas, se requiere un sistema de dilución. La dilución podrá conseguirse mediante un sistema de flujo parcial o bien mediante un sistema de doble dilución de flujo total. La capacidad de caudal del sistema de dilución, será lo suficientemente grande como para eliminar por completo la condensación de agua en los sistemas de dilución y de muestreo. La temperatura del gas de escape diluido será inferior a 52 °C.
- 5.3.1.17.10** Filtros de muestreo de partículas. El filtro utilizado para el muestreo de los gases de escape diluidos, deberá cumplir, durante la secuencia de prueba, los siguientes requisitos:
- 5.3.1.17.10.1** Especificaciones de los filtros: Se utilizarán obligatoriamente, filtros de fibra de vidrio revestidos de fluorocarburos. Todos los tipos de filtro, deberán tener una capacidad de retención de 0,3 µm DOP (diociltalato) de al menos el 99 % a una velocidad de flujo del gas, entre 35 y 100 cm/s.
- 5.3.1.17.10.2** Tamaño de los filtros: Se recomienda utilizar filtros de partículas con un diámetro de 47 mm ó 70 mm. Podrán usarse filtros con un diámetro mayor, pero no menor de acuerdo a lo señalado en el punto 5.3.1.17.10.4 de la presente Norma mexicana.
- 5.3.1.17.10.3** Velocidad de filtración: Se deberá obtener una velocidad de flujo de gas a través del filtro de 35 a 100 cm/s. El incremento de la caída de presión entre el inicio y el final de la prueba no será superior a 25 kPa.
- 5.3.1.17.10.4** Carga del filtro: En el siguiente Cuadro 3 se indican las cargas mínimas de los filtros requeridas para los tamaños de filtro más comunes. En el caso de filtros mayores, la carga mínima del filtro será de 0,065 mg/1000 mm<sup>2</sup> de la superficie filtrante.

**CUADRO 3. Cargas mínimas del filtro**

<b>Diámetro del filtro (mm)</b>	<b>Carga mínima (mg)</b>
47	0,11
70	0,25
90	0,41
110	0,62

- 5.3.1.17.10.5** Portafiltros. Para las pruebas de emisiones, los filtros se colocarán en un conjunto de Portafiltros. El diseño del conjunto de Portafiltros, deberá permitir una distribución uniforme del caudal a través de la superficie filtrante. Antes o después del Portafiltros se colocarán válvulas de cierre rápido. Podrá instalarse un preclasificador inercial con un punto de corte del 50 % entre 2,5  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$  inmediatamente antes o después del Portafiltros. Se recomienda el uso del preclasificador en caso de que se utilice, de cara a la corriente del caudal de escape, una sonda de muestreo de tubo abierto.
- 5.3.1.17.10.6** Condiciones de la cámara de pesado. La temperatura de la cámara, en la que se acondicionan y pesan los filtros de partículas, deberá mantenerse a  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante todo el proceso de acondicionamiento y pesado de los filtros. La humedad se mantendrá a un punto de rocío de  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del  $45\text{ } \% \pm 8\text{ } \%$ .
- 5.3.1.17.10.7** Pesaje de los filtros de referencia. El aire interior de la cámara, estará libre de cualquier tipo de contaminante ambiental (como el polvo) que pudiera depositarse sobre los filtros de partículas durante su estabilización. La sala de pesado deberá cumplir las especificaciones requeridas antes de que el personal penetre en su interior. En las cuatro horas siguientes al pesaje del filtro de muestreo, aunque es preferible hacerlo al mismo tiempo, se pesarán al menos dos filtros de referencia sin usar. Estos filtros serán del mismo tamaño y material que los filtros de muestreo.
- 5.3.1.17.10.8** Si el peso medio de los filtros de referencia cambia, entre distintos pesajes del filtro de muestreo, en más de 10  $\mu\text{g}$ , se desecharán todos los filtros de muestreo y se repetirá la prueba de emisiones.
- 5.3.1.17.10.9** Balanza de análisis. La balanza de análisis que se use para determinar el peso de los filtros tendrá una exactitud (desviación típica) de al menos 2  $\mu\text{g}$  y una resolución de al menos 1  $\mu\text{g}$  (1 dígito = 1  $\mu\text{g}$ ) especificada por el fabricante de la misma.
- 5.3.1.17.10.10** Eliminación de los efectos de la electricidad estática. Para eliminar los efectos de la electricidad estática, se deberán

neutralizar, los filtros antes del pesaje, por ejemplo, con un eliminador de Polonio, una Pantalla Faraday ó un dispositivo de efecto análogo.

- 5.3.1.18** Pruebas determinantes para evaluar motores a diesel con dispositivo de mejoramiento. Lo anterior se logra realizando determinaciones con la prueba de Ciclos Transitorios y Opacidad Federal.
- 5.3.1.18.1** Se efectuará un recorrido, para la estabilización del vehículo, antes de las pruebas, mismo que debe ser registrado.
- 5.3.1.18.2.** La prueba con mayor exigencia, posterior a la prueba tamiz, sería la denominada ciclos transitorios, que consisten en evaluaciones dinámicas en un dinamómetro de corrientes directas, acoplado a un motor representativo, dicha prueba tiene una duración de 2 867 segundos y consiste en cambios rápidos de no más de 20 milisegundos (ms) con torque positivo y torque negativo y que representa las condiciones de manejo en ciudad y carretera de un vehículo para servicio pesado, se emplea el muestreo a volumen constante o CVS.
- 5.3.1.18.3** La prueba adicional de exigencia para conocer la emisión de opacidad, es la denominada opacidad federal que consiste en, evaluar un motor representativo acoplado a un dinamómetro de corrientes directas, dicha prueba, tiene una duración de 30 minutos guiando al motor a tres condiciones de emisión de opacidad denominadas A, B y C. Para la cuantificación de opacidad, se emplea un opacímetro de cámara externa.
- 5.3.1.18.4** Como máximo se deberá realizar en dos motores, tres veces en cada uno. Cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante sin el dispositivo instalado.
- 5.3.1.18.5** Como máximo se deberá realizar en dos motores, tres veces en cada uno. Cuando el vehículo se encuentre con el dispositivo instalado.
- 5.3.1.18.6** Si la instalación del dispositivo requirió ajustes, (por ejemplo, el tiempo, la mezcla de aire y combustible, el estrangulador o el régimen de giro del motor, etc.), entonces, se deben adicionar pruebas por triplicado, con sólo estos ajustes, después de retirar el dispositivo.

- 5.3.1.18.7** Como máximo se deberá realizar en dos motores, tres veces en cada uno. Cuando el vehículo se encuentre conforme a las especificaciones del fabricante después de retirar el dispositivo.
- 5.3.1.18.8** El laboratorio de pruebas, deberá contar con un motor representativo de los vehículos en circulación de las zonas metropolitanas y no metropolitanas, representativas del país, instalado en un banco dinamométrico para la realización de las pruebas.
- 5.3.1.18.9** Las pruebas se realizaran bajo la secuencia indicada en el siguiente Cuadro 4 y los Diagramas 4 y 5, de la presente norma mexicana.

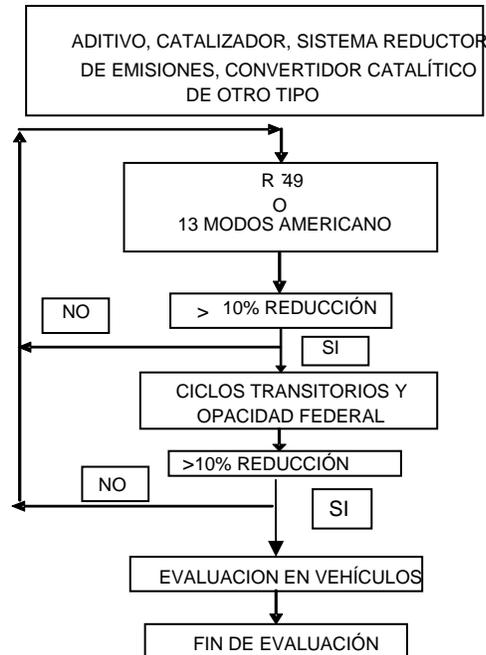
**CUADRO 4. Secuencia de pruebas**

<b>1ra. ETAPA (PRUEBA DESCRIMINATORIA EMISIONES SIN PARTICULAS)</b>		
<b>MAPEO DE POTENCIA:</b> DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DE PRUEBA	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PICO DE TORQUE</li> <li>• PICO DE POTENCIA</li> <li>• RPM A PICO DE TORQUE</li> <li>• RPM A PICO DE POTENCIA</li> <li>• CONSUMO DE COMBUSTIBLE A PICO DE TORQUE</li> <li>• CONSUMO DE COMBUSTIBLE A PICO DE TORQUE POTENCIA</li> </ul>
	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA MÁS TECNOLOGIA A EVALUAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PICO DE TORQUE</li> <li>• PICO DE POTENCIA</li> <li>• RPM A PICO DE TORQUE</li> <li>• RPM A PICO DE POTENCIA</li> <li>• CONSUMO DE COMBUSTIBLE A PICO DE TORQUE</li> <li>• CONSUMO DE COMBUSTIBLE A PICO DE TORQUE POTENCIA</li> </ul>
DETERMINACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES <b>13 MODOS AMERICANO:</b> ESTADO ESTABLE	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSHC (g/kw-hr)</li> <li>• BSCO (g/kw-hr)</li> <li>• BSNOx (g/kw-hr)</li> <li>• BSFC (g/kw-hr)</li> </ul>
	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA MÁS TECNOLOGIA A EVALUAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSHC (g/kw-hr)</li> <li>• BSCO (g/kw-hr)</li> <li>• BSNOx (g/kw-hr)</li> <li>• BSFC (g/kw-hr)</li> </ul>

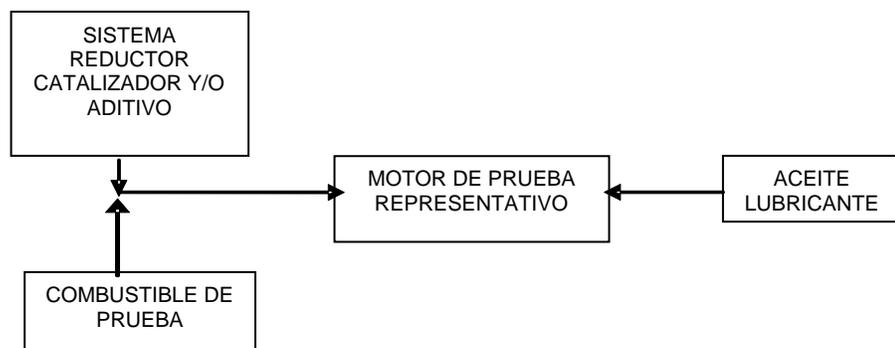
(Continúa..)

(Concluye...)

<b>2da. ETAPA (PRUEBAS SELECCIÓN EFECTO EN EMISIONES Y PARTICULAS)</b>		
<b>DETERMINACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES CICLOS TRANSITORIOS</b>	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) THC</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) LCO</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) HNOx</li> <li>• METODO DE BOLSAS (g/kw-hr) CO<sub>2</sub></li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) NMHC+NOx</li> <li>• BAGS METHOD (g/kw-hr) CH<sub>4</sub></li> <li>• MATERIAL PARTICULADO (g/kw-hr)</li> </ul>
	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA MÁS TECNOLOGIA A EVALUAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) THC</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) LCO</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) HNOx</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) CO<sub>2</sub></li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) NMHC+NOx</li> <li>• MÉTODO DE BOLSAS (g/kw-hr) CH<sub>4</sub></li> <li>• MATERIAL PARTICULADO (g/kw-hr)</li> </ul>
<b>OPACIDAD</b>	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VALOR A (ACELERACIÓN)</li> <li>• VALOR B (ARRASTRE)</li> <li>• VALOR C (PICO)</li> </ul>
	DETERMINACIÓN CON COMBUSTIBLE REFERENCIA MÁS TECNOLOGIA A EVALUAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VALOR A (ACELERACIÓN)</li> <li>• VALOR B (ARRASTRE)</li> <li>• VALOR C (PICO)</li> </ul>
<b>3ra. ETAPA ( PRUEBAS DE RECORRIDO CON EMISIONES Y DESEMPEÑO</b>		
<b>EQUIPO A BORDO</b>	CADA 10,000 Km. HASTA 50,000 Km.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HC g/Km</li> <li>• CO g/Km</li> <li>• CO<sub>2</sub> g/Km</li> <li>• NOx g/Km</li> </ul>



**DIAGRAMA 4. Procedimiento de prueba**

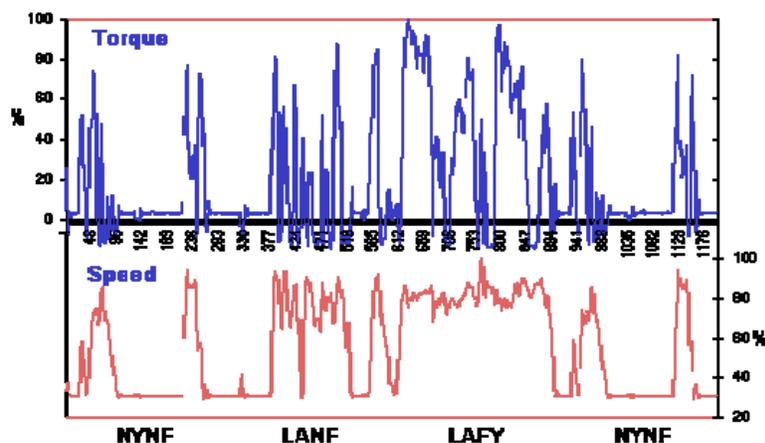


**DIAGRAMA 5. Prueba con sistema reductor**

### 5.3.1.19 Procedimiento de Ciclos Transitorios.

El procedimiento, se encuentra basado en el patrón de manejo en dinamómetro de chasis, denominado en el patrón de manejo, en ciclo urbano, para vehículos a diesel para servicio pesado.

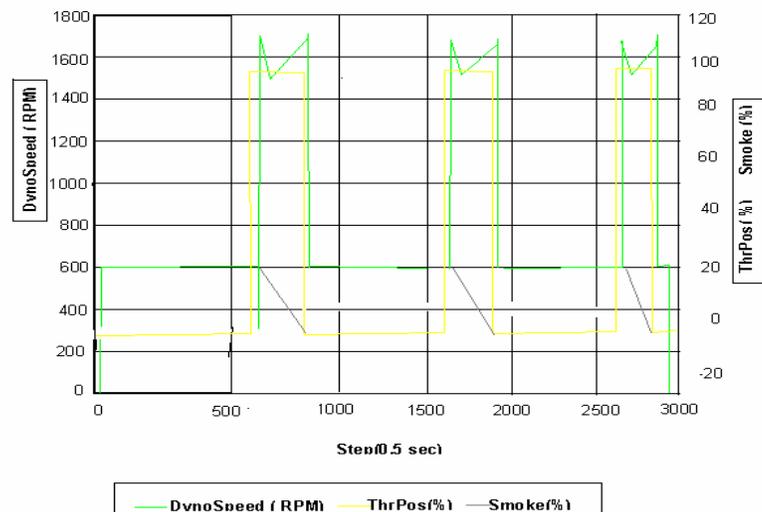
- 5.3.1.19.1** Se requiere un dinamómetro con motor, el cual, responda a los cambios de velocidad en no menos de 10 milisegundos, este tipo de dinamómetro puede ser de Corrientes Directas "DC" y/o Corrientes Alternas Asíncronas "AC".
- 5.3.1.19.2** El ciclo de prueba, que consta de 4 fases; una fase denominada: New York Non Freeway (NYNF), es una fase típica de tráfico ligero con frecuentes paradas y arranques, el segundo trazo, es el denominado: Los Ángeles Non Freeway (LANF), es un fase típica de tráfico urbano intenso con varias paradas, la tercer fase es la denominada: Los Ángeles Freeway (LAFY) esta fase consiste en simular el tráfico en una autopista de los Ángeles con tráfico intenso; y en la cuarta fase se repite la primera, es decir, la New York Non Freeway (NYNF). Esta prueba, debe ser corrida en etapa fría y posteriormente en etapa caliente. Es decir, es corrida, en 2 ocasiones, la segunda etapa caliente se corre posteriormente a una etapa de estabilización de 1 200 segundos (20 minutos), la duración total de la prueba es de 60 minutos, que es equivalente a recorrer una distancia de 10,5 Km, a una velocidad promedio de 30 Km/hr. La variación normalizada de la velocidad y el torque respecto al tiempo se muestra en la Gráfica 1.



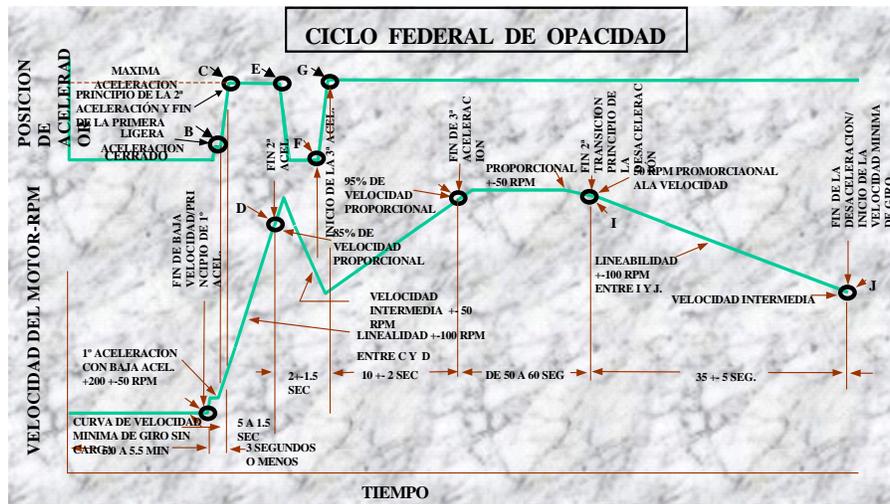
**GRÁFICA 1.** Torque, velocidad vs recorridos tipo.

- 5.3.1.20** Procedimiento de Opacidad Federal. El procedimiento consiste, en operar el motor acoplado al dinamómetro de banco, hasta alcanzar las condiciones de operación y una temperatura en el combustible de 37,8 °C (100 °F).

- 5.3.1.20.1** Posteriormente, el motor es operado a velocidad mínima durante 5 ó 5,5 minutos, para desarrollar tres secuencias separadas de aceleración, con dos desaceleraciones, una al final de la segunda aceleración y otra al finalizar la tercera aceleración.
- 5.3.1.20.2** La determinación de opacidad, se efectúa, empleando para ello un medidor de opacidad óptico, que registra la emisión en % de Opacidad, dicha evaluación, se efectúa en tres ocasiones, la primer determinación es la denominada punto "A" que se efectúa desde la primer aceleración (85 % de la aceleración proporcional máxima), la segunda es denominada punto "B" que comprende, desde el inicio de la tercera aceleración, hasta finalizar esta y finalmente el punto "C" que cubre en su totalidad la ultima desaceleración, finalizando en el punto donde inicia la velocidad mínima de giro; los datos obtenidos se reportan en % de opacidad, en tres ocasiones (A, B y C) ver las Gráficas 2 y 3 de la presente norma mexicana.



**GRÁFICA 2. Determinación de Opacidad**



**GRÁFICA 3. Ciclo de Prueba Denominado Opacidad Federal**

5.3.1.20.3 El muestreo de gases y partículas, su procesamiento, así como las especificaciones del equipo de medición y su funcionamiento, son los establecidos del numeral 5.3.1.6.3 al 5.3.1.17.10.10 de la presente norma mexicana.

### 5.3.2 Pruebas Complementarias.

Para motores a diesel. Las pruebas complementarias se deben basar en el procedimiento establecido en el numeral 9.12 de la presente norma mexicana, se debe mantener estable el funcionamiento del motor (régimen y par constante) en cada modo de prueba, a efecto de medir el consumo de combustible (por balance de carbón y gravimétrico), las concentraciones de gases, partículas y las variaciones de presión.

5.3.2.1 La primera de ellas, será la de contrapresión en el flujo de la emisión del vehículo y/o motor, sin el dispositivo y con el dispositivo de mejora. En ambos casos, el valor de la contrapresión del flujo de la emisión, debe de estar dentro de las especificaciones del fabricante y el efecto en esta variable no debe ser causa de su incumplimiento.

5.3.2.2 La segunda, es la de rendimiento de combustible. Para consumo de combustible el método de prueba a emplear es la representado en el numeral 9.14 de la presente norma mexicana.

**5.3.2.3** En cuanto a la prueba de durabilidad, se seguirá lo establecido en las especificaciones del dispositivo.

**5.3.2.4** Para el caso de catalizadores de emisiones se seguirán las indicaciones de la prueba de envejecimiento rápido, de acuerdo al numeral 9.10 de la presente norma mexicana.

## **6 PRUEBAS A BORDO O EN RUTA**

**6.1** A efecto de conocer los resultados de la evaluación de una tecnología para vehículos a diesel en condiciones reales de operación, también se utiliza el procedimiento de medición de campo, también conocido como procedimiento de medición "en ruta" o "a bordo" de los vehículos, lo que representa someter el dispositivo a condiciones reales de operación.

**6.2** En la evaluación de campo de las tecnologías, además del desempeño ambiental y de su rendimiento, es en las condiciones de operación del desempeño mecánico del vehículo, ya que al incorporar cualquier tecnología a la salida de los gases de escape, ó en el combustible se debe evaluar según sea el caso la pérdida de potencia en el vehículo y/ó el sobrecalentamiento, entre otros posibles factores. En el caso de motores diesel de rango pesado, se requiere evaluar en condiciones de operación, la medición de la contrapresión antes del dispositivo, tomando como referencia la presión registrada, sin el dispositivo en régimen de ralentí y corte de gobernador, así como, la medición de la temperatura de los gases de escape, antes del dispositivo.

**6.3** También, son motivo de las pruebas de campo, la medición del rendimiento de combustible y la durabilidad del dispositivo.

**6.4** La evaluación ambiental, se llevará a cabo con la medición del coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, como se establece en el Capítulo 5 denominado Procedimiento de Prueba, que incluye los subcapítulos: 5.1 Requisitos del vehículo, previos a la medición de opacidad, el 5.2 Procedimiento y el 5.3 Registro de datos mínimos requeridos de la norma NOM-045-SEMARNAT (véase 3 Referencias).

**6.5** El vehículo que se utilice en las pruebas, debe encontrarse en condiciones físico mecánicas adecuadas, de acuerdo a las

especificaciones del fabricante y esto, deberá ser verificado por el laboratorio.

- 6.6** La empresa transportista cooperante, debe proporcionar el programa de mantenimiento de su flota, según indicaciones del fabricante.
- 6.7** El laboratorio que realice la prueba, deberá caracterizar el régimen de operación de este vehículo, en condiciones de operación, tipo de recorrido, frecuencia de paradas, horas pico del flujo vehicular, eficiencia térmica y altitud propia de la Ciudad donde se efectuó la prueba, entre otros.
- 6.8** Los tipos de operación, puede ser el reparto de productos de consumo masivo y transporte de personas en las zonas urbanas de la República Mexicana, de recorrido largo, como es el caso de los automotores de servicio federal de carga y pasaje.
- 6.9** La empresa transportista cooperante debe de garantizar que el vehículo seleccionado represente el 80 % de su flota.
- 6.10** La medición a bordo en ruta, medirá los gases criterio y las partículas, en las emisiones vehiculares conforme a las especificaciones de operación de equipos de medición, que hayan demostrado repetitividad con resultados de prueba equivalentes de laboratorio.
- 6.11** Los resultados de campo obtenidos, respecto a la reducción del coeficiente de absorción de luz y a la contrapresión durante un recorrido determinado de km, es equivalente a un número definido de horas de operación urbana, o de un recorrido largo que se reafirmará y corroborará cómo funciona la tecnología en esas condiciones de operación.
- 6.12** Las pruebas adicionales en campo, deben hacerse con motores iguales, estos deben ser representativos de los motores que circulan en las zona(s) de comercialización de las tecnologías y de los tipos de motores a los que se recomienda su aplicación.
- 6.13** Los vehículos de prueba deben estar en perfectas condiciones de operación, según especificaciones del fabricante de los motores y hacerlo con combustible y lubricante iguales.

- 6.14** En las pruebas en ruta, campo o a bordo, se aplicará el análisis estadístico para inferir la aplicación de resultados para flotas específicas, estableciendo la incertidumbre que se maneja en el mismo.

## **7 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**

El presente procedimiento de evaluación de ésta norma mexicana se basará en las consideraciones técnicas de los capítulos 5 y 6 establecidos en la misma; y será aplicado por Laboratorios de Calibración y Laboratorios de Prueba acreditados por una entidad de acreditación y aprobados por la Secretaría.

- 7.1** Los promoventes de tecnologías ahorradoras de emisiones y/o de consumo de combustible, solicitarán al laboratorio de prueba acreditado y aprobado, la evaluación de su tecnología con los métodos aplicados descritos en los capítulos 5 y 6 de la presente Norma mexicana. Para ello, deberán presentar las muestras solicitadas de la misma, su descripción, principios y compuestos activos, así como, las evidencias conocidas sobre efectos en los automotores.
- 7.2** A petición del promovente, el laboratorio de prueba acreditado y aprobado, procederá al diseño de las pruebas de eficiencia de la tecnología presentada, tomando en consideración lo establecido en los capítulos 5 y 6, de la presente norma mexicana, debido a que los tipos de combustibles, altura y tipo de motores, en que aplicará la tecnología; deberán ser representativos de las condiciones del país, con la finalidad de conocer en condiciones nacionales, las reducciones netas de emisiones y de reducción en el consumo de combustible.
- 7.2.1** Tratándose de tecnologías de procedencia internacional, para efecto de diseño de la prueba y ubicación de la tecnología dentro de la secuencia de la misma, los promoventes de tecnologías, deberán presentar los resultados y certificados de las pruebas realizadas en el país de origen por laboratorios de prueba que cuenten con reconocimiento por organismos internacionales en la materia, a fin de que las mismas sean validadas por un laboratorio de pruebas nacional acreditado y aprobado.

- 7.2.2.** El laboratorio de prueba acreditado y aprobado, una vez cumplidos los requisitos para realizar esta evaluación, dentro de los 60 días naturales siguientes entregará al promovente, los resultados de las pruebas, mediante un informe escrito que contenga, la evaluación y su interpretación de la tecnología reductora de emisiones y/o consumo de combustible, incluyendo las mediciones "sin" la tecnología (línea base) y "con" la tecnología.
- 7.2.3** En caso de que el interesado se inconforme con la evaluación, dispone de 40 días naturales, para manifestarlo ante el laboratorio de prueba acreditado y aprobado contados a partir de la recepción del informe de medición.
- 7.2.4** La inconformidad, en una primera instancia, será analizada y solucionada de común acuerdo por el laboratorio de prueba acreditado y aprobado, con el promovente de la tecnología; y en caso de que persista la misma, se revisará en segunda instancia, en un plazo no mayor a 30 días naturales conjuntamente con la Entidad de Acreditación a través de la cual, se establecerán de manera inapelable las medidas correctivas, de acuerdo a los procedimientos de aseguramiento de calidad de dicha Entidad de Acreditación.
- 7.2.5** La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Economía, establecerán las características de la contraseña, que denote la evaluación de la conformidad y serán de dominio público a través del Diario Oficial de la Federación, para que los promoventes puedan obtener la contraseña oficial, de cumplimiento de la presente Norma mexicana.
- 7.2.6** Adicionalmente y a petición de parte, los interesados podrán obtener la certificación del producto, para lo cual deberán cumplir con el Capítulo 5 y en su caso el Capítulo 6 de la presente norma mexicana, conforme a los requerimientos propios del organismo de certificación del producto.
- 7.2.7** Para las tecnologías alternativas de emisiones y de combustibles en vehículos de combustión interna, la certificación se realizará mediante evaluación al producto, conforme a lo establecido en el Artículo 80 fracciones I y II de la LFMN.



## 8 VIGENCIA

La presente norma mexicana, entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- 9.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.
- 9.2 NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metanos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Octubre de 2006).
- 9.3 NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993).
- 9.4 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.
- 9.5 Catálogo de Aceites y Lubricantes para Automotores.- API (American Petroleum Institute), (s/f). Estados Unidos de América. 2005.
- 9.6 Código Federal de Regulaciones Volumen 40, partes 85 a la 86, revisado en julio de 1994. Estados Unidos de América. Code of



Federal Regulations. Vol. 40, Parts 85 to 86, revised July. 1994, USA.

- 9.7** Disposiciones uniformes relativas a la homologación de los catalizadores de recambio para vehículos de motor. Organización de las Naciones Unidas. Adición 102: Reglamento N ° 103 Fecha de entrada en vigor: 23 de febrero de 1997. (Uniform provisions concerning the approval of replacement catalytic converters for Power-driven vehicles. United Nations Addendum 102: Regulation No. 103 Date of entry into force: 23 February 1997).
- 9.8** Manual de Lubricantes de la SAE (Society of Automotive Engineers. USA. 2008) Estados Unidos de América.
- 9.9** Método de extrapolación de datos, desempeño de convertidor catalítico y programa de prueba de durabilidad. Marino, Robert R. Dirección de Desempeño de Productos de la Compañía Soluciones Ambientales World Wide America Inc. (2007). Estados Unidos de América.
- 9.10** Procedimiento de evaluación opcional para los nuevos convertidores catalíticos para equipo no original en el mercado de refacciones en vehículos motorizados no equipados con sistema de diagnóstico a bordo OBD II. (RAT – A Rapid Ageing Test CARB Consejo de Recursos del Aire del Estado de California, USA). 2008). Estados Unidos de América.
- 9.11** Protocolo de acondicionamiento de vehículos sujetos a pruebas de laboratorio; LA-4 (EPA-74).
- 9.12** Protocolo de pruebas de laboratorio 13 Modos, EPA, (1994) USA. Estados Unidos de América.
- 9.13** Protocolo de prueba de laboratorio 49R CEE, Comunidad Económica Europea (1997).
- 9.14** Protocolo de prueba SAE – J1321. Sociedad de Ingenieros de los Estados Unidos para el avance de la movilidad por tierra, mar, aire y espacio internacional. Prácticas recomendadas para vehículos de superficie SAE J1321(reeditado en octubre de 86),conjuntamente con TMC/SAE Procedimiento de prueba para el consumo de combustible – tipo II. (The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space International. Surface



Vehicle Recommended Practice, SAE-J1321, (Reat oct. 86), Joint TMC/SAE fuel consumption test procedure- type II.).

## **10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta norma no coincide con ninguna norma internacional, por no existir normas internacionales en el tema tratado.

**México D.F., a 13 de noviembre de 2013**

**LIC. ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA**  
**DIRECTOR GENERAL DE NORMAS**