

Mejores prácticas para programas de inspección y mantenimiento

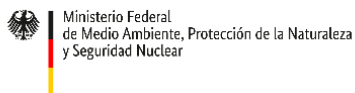
Recomendaciones para la Revisión Técnica Vehicular en Costa Rica

- *borrador final* -

Publicado por la



Por encargo de:



de la República Federal de Alemania

Publicado por:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad
Bonn y Eschborn, Alemania

Proyecto MiTransporte
Pavas, Rohrmoser, San José, Costa Rica
T +506 4001 5457

E info@giz.de
I www.giz.de

Autores:
Leticia Pineda y Kate Blumberg (International Council on Clean Transportation - ICCT)

Supervisión:
Andrea Denzinger (GIZ)

Responsable:
Claus Kruse (GIZ)

Fotografías: riteve (rtv.co.cr)

Referencias a URL:
Los contenidos de las páginas externas a las que se remite en la presente publicación son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. La GIZ se distancia expresamente de estos contenidos.

Por encargo de:
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU)
El proyecto MiTransporte es financiado en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI) del BMU.

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

San José, Enero de 2020

Este reporte es desarrollado por el Consejo Internacional de Transporte Limpio para la Cooperación Alemana para el Desarrollo – GIZ y fue elaborado en el marco del Proyecto MiTransporte por encargo del Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU, por sus siglas en alemán) a través su Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Se extiende un agradecimiento a los funcionarios y personas que participaron tanto en las entrevistas y talleres, en representación de las siguientes entidades:

Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT)
Consejo de Seguridad Vial (COSEVI)
Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)

TABLA DE CONTENIDO

<u>1. CONTEXTO</u>	7
<u>Estado de la Flota vehicular</u>	8
<u>Marco regulatorio en Costa Rica</u>	9
<u>Resultados de la RTV 2018</u>	18
<u>2. PRÁCTICAS INTERNACIONALES</u>	21
<u>Protocolos de prueba</u>	21
<u>CALIFORNIA</u>	23
<u>Europa</u>	26
<u>Asia</u>	27
<u>América Latina</u>	28
<u>Estrategias complementarias para mejorar los programas de I/M</u>	33
<u>3. RECOMENDACIONES PARA COSTA RICA PARA LOS PROGRAMAS DE I/M</u>	36
<u>4. CONSIDERACIONES FUTURAS</u>	41
<u>REFERENCIAS</u>	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Evolución de la flota vehicular 2008-2017 (MOPT 2018)	8
Figura 2 Segmentos de la flota por edad y recorridos promedio anuales (RITEVE 2019)	9
Figura 3 Comparativo de emisiones entre estándares para vehículos livianos de Estados Unidos y Europa	12
Figura 4 Estándares de emisiones europeas (Blumberg, Posada, y Miller 2014; Posada, Yang, y Muncrief 2015)	14
Figura 5 Estándares de emisiones de Estados Unidos (Blumberg, Posada, y Miller 2014; Posada, Yang, y Muncrief 2015)	14
Figura 6 Tasa de aprobación y rechazo de vehículos de primer ingreso (RITEVE 2019)	20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de las principales normas que se relacionan con los programas de I/M	10
Tabla 2 Requerimientos para el control de emisiones de los vehículos de carga ligera y pesada nuevos o usados (Poder Ejecutivo 2016a)	12
Tabla 3 Límites de emisiones para vehículos en circulación con motores a gasolina, excepto motocicletas, cuadriciclos y bicimotos (Poder Ejecutivo 2016a)	16
Tabla 4 Límites de emisiones para motocicletas y bicimotos de dos, tres y cuatro ruedas en circulación (Poder Ejecutivo 2016a)	16
Tabla 5 Límites de emisiones para vehículos livianos en circulación con motores a base de gas licuado de petróleo, gas natural u otro alternativo (Poder Ejecutivo 2016a)	16
Tabla 6 Límites de emisiones para vehículos en circulación con motores a diésel (Poder Ejecutivo 2016a)	17
Tabla 7 Periodicidad de la inspección vehicular (Asamblea Legislativa 2012)	18
Tabla 8 Resultados de la revisión técnica vehicular 2018 (RITEVE 2019)	18
Tabla 9 Resumen de los protocolos de medición para programas de I/M (adaptado de Posada, Yang, y Muncrief 2015)	22
Tabla 10 Límites de opacidad para vehículos pesados a diésel en California (CARB 2019b)	24
Tabla 11 Características del programa "Smog Check" de California (BAR 2019)	26
Tabla 12 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en Argentina (Congreso 1995)	28
Tabla 13 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en Colombia (Poder Legislativo 2002; MinAmbiente 2008)	29
Tabla 14 Métodos de prueba por tipo de vehículo (SEMARNAT 2017)	30
Tabla 15 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en México (SEMARNAT 2017)	31
Tabla 16 Límites de emisión para prueba de sensor remoto (SEMARNAT 2017)	32
Tabla 17 Exenciones para el programa de verificación (SEDEMA 2020; SEMARNAT 2017)	32
Tabla 18 Protocolos de comunicación para uso de OBD	35

LISTA DE ACRÓNIMOS

CARB	California Air Resources Board / Consejo de Recursos del Aire de California
DPF	Diesel particulate filter / Filtro de partículas diésel
EGR	Exhaust gas recirculation / Sistema de recirculación de gases del escape
FTP	Federal test procedure / Procedimiento de prueba federal
GLP	Gas licuado de petróleo
I/M	Programa de inspección y mantenimiento
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
NO	Monóxido de nitrógeno
NOx	Óxidos de nitrógeno
OBD	On-board diagnostics / Sistema de diagnóstico a bordo)
PBV	Peso bruto vehicular
PM	Material particulado
PM10	Material particulado fino de 10 micrómetros de diámetro
PM2.5	Material particulado ultrafino de 2.5 micrómetros de diámetro
RTV	Revisión técnica vehicular
US EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
VIN	Vehicle identification number / Número de identificación vehicular

CONTEXTO

Costa Rica busca reducir las emisiones provenientes del sector transporte. Una estrategia es hacer más estrictos los estándares de emisiones de vehículos nuevos y también en circulación. El programa de inspección y mantenimiento (I/M) vigente en Costa Rica presenta oportunidades de mejora ante la introducción de vehículos livianos más limpios en el 2021. Y se espera que suceda lo mismo para el caso de los vehículos pesados y se adopten estándares Euro VI/EPA 2010 para el mismo año o en el corto plazo.

Las nuevas tecnologías vehiculares requieren nuevos métodos de medición y límites más bajos de emisiones por lo que los programas de inspección y mantenimiento deben actualizarse en concordancia. Por ejemplo, las últimas versiones de los sistemas de diagnóstico a bordo (OBD, por sus siglas en inglés) han demostrado ser una herramienta confiable para monitorear el funcionamiento de los sistemas de control y pueden reducir los costos de inspección. Los vehículos diésel con filtro de partículas (DPF, por sus siglas en inglés) reducen en 99% las emisiones de material particulado con respecto lo requerido en la legislación vigente. Para promover tecnologías más avanzadas se puede otorgarse periodos de inspección más largos a ciertos tipos de vehículos. a.

El ICCT preparó este reporte en el contexto de la nueva licitación para de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) en Costa Rica y hace algunas recomendaciones puntuales relacionadas a los criterios ambientales de la RTV.

Este reporte se realizó con base en la mejor información disponible, sin embargo, no se tuvo acceso a la base de datos de las revisiones técnicas vehiculares. Destacamos que es imprescindible para la autoridad contar con toda la información derivada del programa de I/M actual para informar la toma de decisiones.

ESTADO DE LA FLOTA VEHICULAR

El parque vehicular en Costa Rica creció casi 70% entre 2008 y 2017 acumulando 1.5 millones de vehículos. Algunos segmentos de vehículos tuvieron un crecimiento mayor como ocurrió con los de carga pesada y motocicletas que crecieron 2.6 y 2.3 veces respectivamente. El mayor segmento de la flota es el de los vehículos particulares, seguido por el de motocicletas y carga. Los vehículos de carga representan el 16% del total de la flota, compuestos en su mayoría por aquellos que transportan carga ligera.

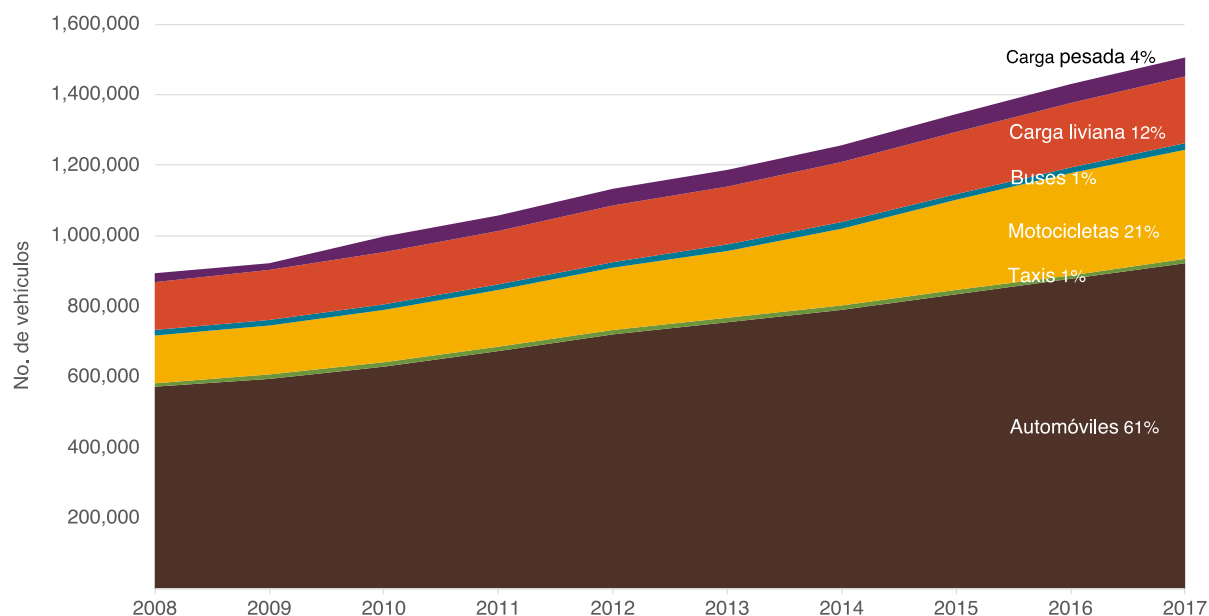


Figura 1 Evolución de la flota vehicular 2008-2017 (MOPT 2018)

Las características que se presentan a continuación sobre la flota vehicular se tomaron del último reporte de RTV 2018 y de la base de datos de vehículos pesados obtenida en 2019 proveniente de las estaciones de pesos y dimensiones.

La flota destinada al movimiento de mercancías representa el segmento de mayor antigüedad. La edad promedio de los vehículos de carga ligera es de 18 años mientras que la de los camiones de carga pesada supera los 20 años, en particular aquellos vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos. Los automóviles particulares representan más de la mitad de la flota y tienen una edad promedio de 17 años, muy similar a los segmentos de carga. Algunos grupos de vehículos de gran actividad tienen una flota relativamente nueva, como es el caso de taxis, transporte público y turismo. Sin embargo, esto no necesariamente refleja un buen mantenimiento de las unidades, ya que, en el caso de los taxis, la tasa de rechazo de la inspección periódica es del 57% (Figura 2).

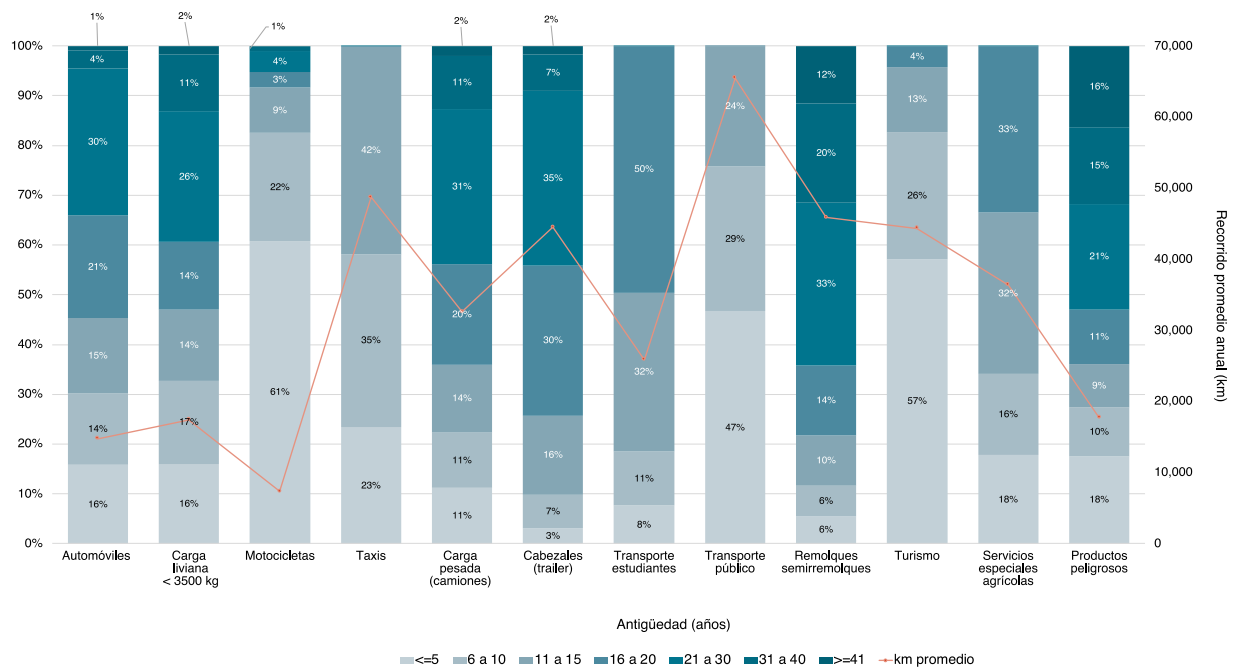


Figura 2 Segmentos de la flota por edad y recorridos promedio anuales (RITEVE 2019)

MARCO REGULATORIO EN COSTA RICA

En esta sección se hace referencia a las principales regulaciones que inciden de manera directa o indirecta en la revisión técnica, están relacionados los estándares de emisiones de vehículos nuevos, calidad de combustibles y reglamentación sobre tránsito que permita implementar inspecciones en carretera o estaciones de sensor remoto.

Costa Rica ha adoptado varios instrumentos de planeación que permitirán reducir las emisiones del transporte e ir hacia la descarbonización del sector, como lo son el Plan Nacional de Energía 2015-2030, el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 y el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030. En este contexto, se espera que un mayor número de vehículos con tecnologías alternativas y más eficientes se sumen a la flota, por ejemplo, vehículos eléctricos. La Tabla 1 presenta un resumen de las principales regulaciones asociadas al programa de I/M que se desarrollan más adelante.

Tabla 1 Resumen de las principales normas que se relacionan con los programas de I/M

Rubro	Detalle
Inspección vehicular, emisiones y procedimientos	Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial N° 9078, publicada el 4 de octubre de 2012. Antes Ley De Tránsito Por Vías Públicas Terrestres No. 7331 (Asamblea Legislativa 2012): • Obtención de licencia • Tipificación de carga ◦ Carga ligera: peso máximo autorizado menor a 8 toneladas. ◦ Carga pesada: peso máximo autorizado mayor o igual a 8 toneladas. • Inspección vehicular ◦ Obligatoriedad de la inspección vehicular que incluye la verificación mecánica, eléctrica y electrónica; además de las emisiones contaminantes y dispositivos de seguridad activa y pasiva. ◦ Emisiones para vehículos en circulación • Seguro obligatorio para vehículos automotores • Estaciones de pesaje Decreto Ejecutivo No. 39724, Reglamento para el control de las emisiones contaminantes producidas por los vehículos automotores con motor de combustión interna, publicado el 2 de mayo de 2016. Este reglamento tiene por objeto regular las emisiones de todos los vehículos de primer ingreso y en circulación que utilicen como combustible gasolina, diésel, GLP, alcohol o mezclas de estos (Poder Ejecutivo 2016b). Se aplican los siguientes estándares de emisiones para vehículos nuevos y usados livianos y de carga liviana (hasta 3,500 kg PBV) a partir de: • 2018: Euro 4, Tier 2 o superior • 2021: Euro 6, Tier 3 o superior Así mismo se establecen los procedimientos de verificación en aduanas, inspección técnica vehicular y en carretera. La inspección técnica es obligatoria a todos los vehículos exceptuando a los vehículos eléctricos o de combustibles alternativos (entre otros).
Calidad de combustibles	Decreto Ejecutivo N° 36372-MINAET, publicado el 19 de enero de 2011 (Poder Ejecutivo 2011): • Reducción del límite de contenido de azufre para diésel a 50 ppm Directriz N° 056-MINAE Parámetros de calidad para combustibles derivados del petróleo, publicado el 5 de octubre de 2016 (Poder Ejecutivo 2016c). • La calidad de combustibles debe cumplir con las especificaciones de los Reglamentos Técnicos Centroamericanos (RTCA) y a las versiones más actualizadas de las normas técnicas nacionales, INTE 41-01-01 para gasolinas e INTE 41-01-03 para diésel, (Ahora INTE E1: 2019 y INTE E3:2017, respectivamente): • INTE E1: 2019¹ Combustibles. Gasolina RON 91, RON 95 y sus mezclas con etanol carburante anhidro desnaturalizado. Especificaciones. (Antes INTE 41-01-01:2016)

¹ <https://www.inteco.org/shop/product/inte-e1-combustibles-gasolina-ron-91-ron-95-y-sus-mezclas-con-etanol-carburante-anhidro-desnaturalizado-especificaciones-836?variant=3892>

	• INTE E3:2017² Combustibles. Diésel y sus mezclas con biodiésel. Especificaciones. (Antes INTE 41-01-03:2017) Reglamentos Técnicos Centroamericanos. RTCA 75.01.20:04: Productos de petróleo. gasolina superior. Especificaciones. Anexo de Resolución No. 142-2005 (COMIECO-XXXII)³ • Contenido máximo de azufre en gasolinas 10 ppm. Reglamentos Técnicos Centroamericanos. RTCA 75.02.17:13: Productos de petróleo. Aceite combustible diésel. Especificaciones. Anexo de la Resolución No. 341-2014 (COMIECO-LXVII)⁴ • Contenido máximo de azufre 50 ppm. El contenido de azufre debe establecerse en la regulación nacional pudiendo determinar valores inferiores al máximo de 50 ppm.
--	---

Estándares de emisiones vehiculares nuevos o usados de primer ingreso y combustibles

Existen solamente estándares de emisiones para automóviles particulares y vehículos de carga ligera nuevos y usados de primer ingreso (Tabla 2). A partir del 2018 requerirán el cumplimiento mínimo de los estándares de la Unión Europea y Estados Unidos Euro 4 o Tier 2, respectivamente. A partir de 2021, se exigirán los estándares Euro 6 o Tier 3.

Vale la pena mencionar que los estándares de Estados Unidos y la Unión Europea no son equivalentes. Los estándares Tier 3 son mucho más estrictos para los límites de emisiones del escape como para las emisiones evaporativas, por el contrario, entre los estándares Euro 3 al 6 reducen muy poco las emisiones, y aunque se adoptan algunas tecnologías críticas como es el uso de DPF para los vehículos ligeros a diésel que aplica para los vehículos de carga liviana, no son estándares equiparables.

Sobre este punto queremos hacer la recomendación de adoptar los estándares de Estados Unidos en ambos casos, siendo aplicables a la brevedad los estándares Tier 2 bin 5 (vigente) y Tier 3 al 2021.

² <https://www.inteco.org/shop/product/inte-e3-combustibles-diesel-y-sus-mezclas-con-biodiesel-especificaciones-383?search=INTE+41-01-03>

³ http://www.comex.go.cr/media/3690/anexo_-res_142_rtca_gasolina_superior.pdf

⁴ <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/sica180461anx.pdf>

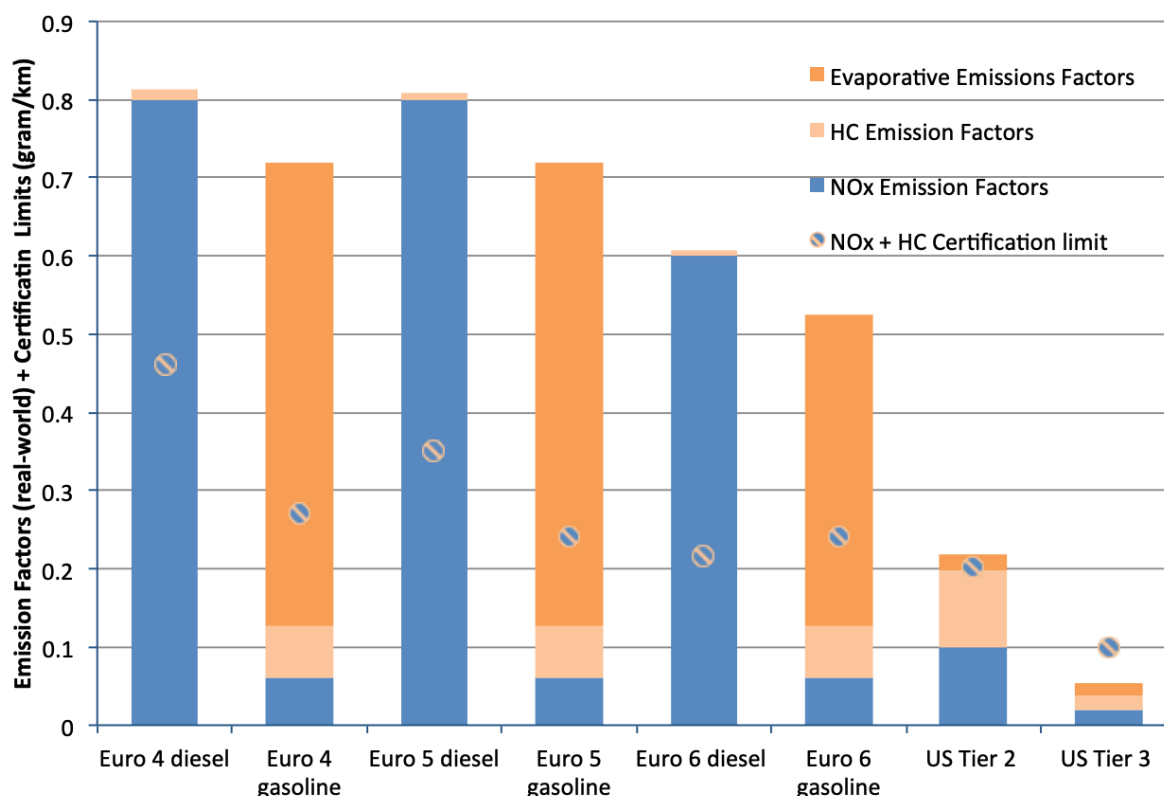


Figura 3 Comparativo de emisiones entre estándares para vehículos livianos de Estados Unidos y Europa (Blumberg y Posada 2015)

En el caso de los vehículos pesados se establecen medidas poco robustas ya que no se exige un estándar sino una serie de tecnologías individuales para el control de emisiones. Los vehículos de pesados a diésel que ingresen a partir del 2018 deberán contar con sistema de recirculación de gases (ERG, por sus siglas en inglés), purga del cárter del motor y bomba de inyección con controlador electrónico. A partir del 2021, será indispensable contar con un convertidor catalítico de tres vías y un DPF. Se recomienda adoptar estándares internacionales para vehículos pesados, en este caso, tanto los estándares de los Estados Unidos como de la Unión Europea son equivalentes, por lo que se recomienda adoptar EPA 2010 o Euro VI.

Tabla 2 Requerimientos para el control de emisiones de los vehículos de carga ligera y pesada nuevos o usados (Poder Ejecutivo 2016a)

Requerimientos para el control de emisiones a partir de:	Vehículos de pasajeros y carga ligera menor o igual a 3.5 ton de	Vehículos con sistema de encendido por chispa mayores a 3.5 ton de	Vehículos con sistema de encendido por compresión mayores a 3.5 ton de peso bruto vehicular	Motocicletas
--	--	--	---	--------------

	peso bruto vehicular	peso bruto vehicular		
Enero 1, 1995	<i>“sistema de regulación de gases, escape de retención de evaporación de combustible, purga del cárter del motor y catalizador, u otras tecnologías que produzcan efectos equivalentes”</i>			
Octubre 26, 2012	<i>“deben contar con sonda lambda y catalizador de tres vías, u otras tecnologías que produzcan efectos equivalentes.”</i>			
Enero 1, 2017	Euro 3/Tier 1 o superior			
Enero 1, 2018	Euro 4/Tier 2 o superior		<i>“deben contar con sistema de recirculación de gases de escape, purga del cárter del motor y bomba de inyección con controlador electrónico, u otras tecnologías que produzcan efectos equivalentes, estos sistemas no se deben eliminar.”</i> <i>(Podría ser equiparable a los estándares Euro III o EPA 2004)</i>	<i>“deben contar con purga de cárter a nivel del motor y catalizador, u otras tecnologías que produzcan efectos equivalentes”</i> <i>(Podría ser equiparable a los estándares Euro 4)</i>
Enero 1, 2021	Euro 6/Tier 3 o superior		Además de lo anterior, deberán contar con <i>“convertidor catalítico de tres vías⁵ y filtro de partículas, u otras tecnologías que produzcan efectos equivalentes”</i> <i>(Podría ser equiparable a los estándares Euro VI o EPA 2007)</i>	

La Figura 4 y la Figura 5 muestran las tecnologías individuales requeridas por los estándares de emisiones para vehículos pesados en Estados Unidos y la Unión Europea, así como sus emisiones asociadas para cada estándar. Es claro que tener especificaciones de tecnologías aisladas no es conveniente y no necesariamente estos requerimientos corresponden a un estándar en particular. Es crítico, adoptar estándares internacionales que aseguren las reducciones en condiciones reales de manejo y esto se logra migrando a Euro VI o EPA 2010. Figura 4 Estándares de emisiones europeas (Blumberg, Posada, y Miller 2014; Posada, Yang, y Muncrief 2015)

⁵ Se hace una sugerencia en la sección de Recomendaciones ya que esta tecnología no corresponde a un vehículo a diesel.

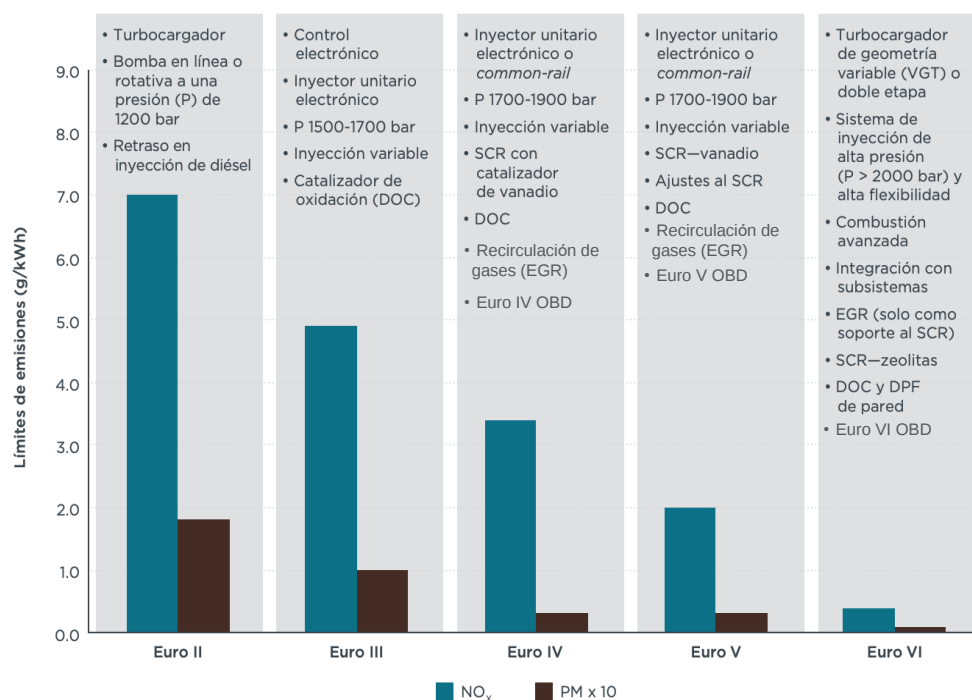


Figura 4 Estándares de emisiones europeas (Blumberg, Posada, y Miller 2014; Posada, Yang, y Muncrief 2015)

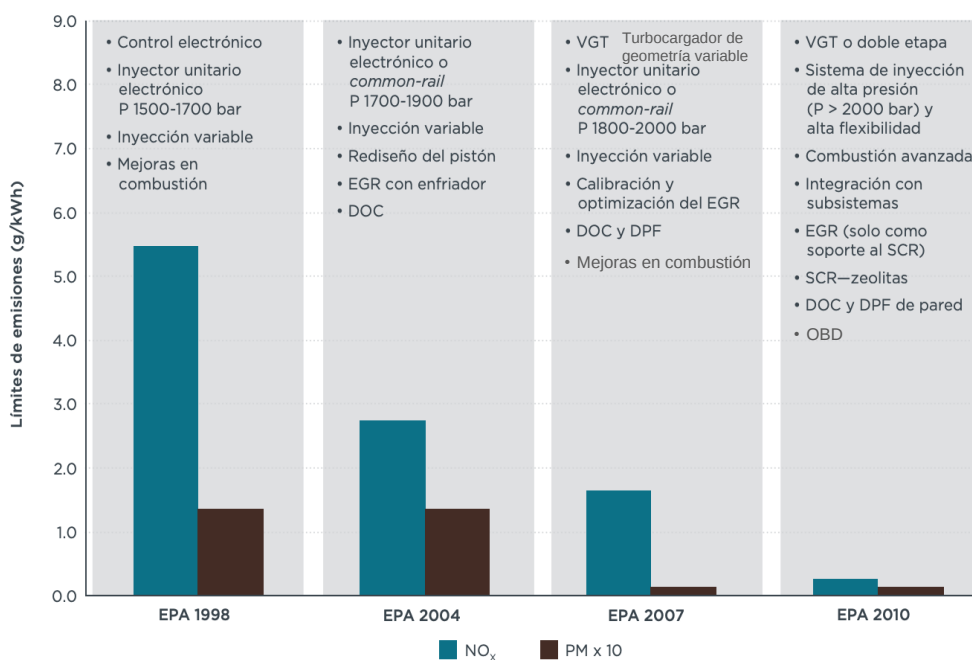


Figura 5 Estándares de emisiones de Estados Unidos (Blumberg, Posada, y Miller 2014; Posada, Yang, y Muncrief 2015)

Calidad de combustibles

El RECOPE o Refinadora Costarricense de Petróleo, S.A. es la entidad del estado que mantiene el monopolio de la importación, refinación y distribución de los petrolíferos. Los análisis de calidad de combustibles en 2017 y 2018 muestran que el diésel cumple con la especificación de la norma con un contenido mucho menor al límite máximo de 50 partes por millón (ppm) de azufre (ARESEP 2018; 2019). Para los estándares Euro VI o EPA 2010 se requiere de diésel con menos de 15 ppm de azufre máximo. En el caso de los estándares Tier 3 se requieren gasolinas con 10 ppm de azufre.

Costa Rica siendo un importador neto de combustibles no tendría grandes barreras para distribuir la calidad que se requiere. Sin embargo, debe modificarse la normatividad ambiental en materia de emisiones y las normas técnicas asociadas a la calidad del combustible. Adicionalmente, se conoce que el Consejo de Ministros de Integración Económica (COMIECO) dentro del SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana) hizo una solicitud para que se puedan elevar la calidad de los combustibles en el marco de la SIECA, aún nos encontramos en espera del estatus de esta solicitud.

Importación de vehículos

Solamente se verifica el cumplimiento de las emisiones de los vehículos particulares y de carga ligera cuando se importan, para ello, el MOPT se coordina con la Dirección General de Aduanas [Art. 8, Decreto Ejecutivo 39724] (Poder Ejecutivo 2016a).

Es necesario que se presente un certificado de conformidad del estándar de emisiones expedido por el fabricante o presentar un reporte de la medición de las emisiones contaminantes expedido por un laboratorio de pruebas acreditado. En el caso de que los vehículos usados no acrediten sus emisiones mediante los documentos requeridos, si tienen más de 12 años no podrán ser nacionalizados. La verificación de la edad se realiza mediante el número de identificación del vehículo (VIN). Esto cobra mayor relevancia porque en el último reporte de RTV se identifica que hay causas de rechazo asociadas a la imposibilidad de identificar el vehículo mediante el VIN o número de chasis.

Por último, se dispone que cuando exista la infraestructura necesaria se podrán hacer pruebas dinámicas en aduanas para verificar las emisiones de los vehículos particulares y de carga ligera.

Límites de emisiones vehiculares para vehículos en circulación

Los límites para los vehículos en circulación se detallan en el capítulo cuarto del Reglamento para control de emisiones publicado el 2 de mayo de 2016 y corresponden a la fecha de ingreso del vehículo a Costa Rica no al año modelo del vehículo (Ver Tabla 2).

A continuación se presentan los límites de emisión para los vehículos en circulación que marca la regulación vigente (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6).

Tabla 3 Límites de emisiones para vehículos en circulación con motores a gasolina, excepto motocicletas, cuatriciclos y bicimotos (Poder Ejecutivo 2016a)

Fecha de Ingreso	CO % de Volumen (Ralenti)	CO % de Volumen (Acelerado)	HC (ppm) (Ralenti)	HC (ppm) (Acelerado)	CO2 % de Volumen (Ralenti)	CO2 % de Volumen (Acelerado)	Factor Lambda (Ralenti)
Hasta 31/12/1994	≤ 4.5						
Del 01/01/1995 al 31/12/1998	≤ 2	≤ 0.5	≤ 350	≤ 125			
Del 01/01/1999 en adelante	≤ 0.5	≤ 0.3	≤ 125	≤ 100	≥ 10	≥ 12	1+/-0.07*
*El factor lambda aplicará para vehículos ingresados a partir del 26 de octubre de 2012 y se verificará a partir del 1° de enero de 2017.							

Tabla 4 Límites de emisiones para motocicletas y bicimotos de dos, tres y cuatro ruedas en circulación (Poder Ejecutivo 2016a)

Tipo de vehículo	CO en Volumen (Ralenti) %	HC (Ralenti) ppm
De cuatro ciclos	≤ 4.5	≤ 2500
De dos ciclos	≤ 4.5	≤ 6500

Tabla 5 Límites de emisiones para vehículos livianos en circulación con motores a base de gas licuado de petróleo, gas natural u otro alternativo (Poder Ejecutivo 2016a)

Fecha de Ingreso	CO % de Volumen (Ralenti)	CO % de Volumen (Acelerado)
Hasta 31/12/1994	≤ 4.5	
Del 01/01/1995 al 31/12/1998	≤ 2	≤ 0.5
Del 01/01/1999 en adelante	≤ 0.5	≤ 0.3

**Tabla 6 Límites de emisiones para vehículos en circulación con motores a diésel
(Poder Ejecutivo 2016a)**

Fecha de Ingreso	Tipo de Vehículo	Valores límite % de opacidad
Hasta el 31/12/1998	PMA < 3.5 Toneladas y motocicletas	70
Del 01/01/1999 en adelante		60
Hasta el 31/12/1998	PMA ≥ 3.5 Toneladas y vehículos turboalimentados	80
Del 01/01/1999 en adelante		70
A partir del 01/01/2017	PMA < 3.5 Toneladas y motocicletas	60
	PMA ≥ 3.5 Toneladas vehículos turboalimentados	70

El método de prueba requerido para la medición de contaminantes es mediante la prueba estática sin carga midiendo para los vehículos con encendido por chispa las emisiones de CO, HC y CO₂. Para los vehículos diésel, la prueba de humo se realiza con opacímetro con carga [Capítulo quinto, Decreto Ejecutivo 39724] (Poder Ejecutivo 2016a).

Revisión técnica vehicular

De acuerdo con el artículo 24 de la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial, es obligatoria la inspección vehicular de todos los vehículos en circulación. Esta inspección incluye la verificación mecánica, eléctrica y electrónica de los sistemas del vehículo, así como las emisiones contaminantes y los dispositivos de seguridad pasiva y activa con los que cuenten.

El método de prueba para verificar las emisiones de los vehículos en circulación se realiza mediante la prueba estática a través de los centros de RTV autorizados por el MOPT y en carretera por oficiales de tránsito de la Dirección General de la Policía de Tránsito [Art. 10, Decreto Ejecutivo 39724] (Poder Ejecutivo 2016a).

En el caso de las verificaciones en carretera, estas se pueden realizar tanto a los vehículos registrados en Costa Rica como aquellos en tránsito o en régimen temporal de importación, la diferencia es que aquellos que no son vehículos nacionales se les aplican los límites con base en el año modelo del vehículo y no la fecha de ingreso.

Aquellos vehículos que sobrepasen los límites establecidos serán sancionados con base en la Ley de Tránsito⁶ [Art. 18, Decreto Ejecutivo 39724] (Poder Ejecutivo 2016a).

⁶ Multa ₡318,950.69 colones (Categoría A, art. 143)

Tabla 7 Periodicidad de la inspección vehicular (Asamblea Legislativa 2012)

Tipo de vehículo	Periodicidad	Ejemplo
Vehículos para transporte público remunerado	6 meses	Taxis, buses
Vehículo para transportar materiales peligrosos	6 meses	Cisternas
Carga pesada	1 año	Camiones, remolques y semirremolques
Vehículos particulares y carga liviana con antigüedad > 5 años	1 año	PBV ≤ 3,500 kg
Vehículos particulares y carga liviana con antigüedad ≤ 5 años	2 años	PBV ≤ 3,500 kg

RESULTADOS DE LA RTV 2018

En términos generales, los tres principales rubros de mayor incidencia en las revisiones periódicas fueron las emisiones contaminantes, ejes y suspensión y frenos. Vale la pena recordar que esta es la única información disponible sobre el detalle de las revisiones técnicas.

La Tabla 8 muestra un resumen de las principales características de la flota que se sometió a una inspección vehicular en 2018 ya sea por primera vez o de manera periódica.

Tabla 8 Resultados de la revisión técnica vehicular 2018 (RITEVE 2019)

Tipo de vehículo	Frecuencia inspección periódica	% de rechazo inspección periódica	Edad media (años)	% de vehículos usados de primer ingreso	Edad media vehículos usados de primer ingreso (años)	Combustible	Tres principales causas de rechazo
Automóviles	Bianual, edad ≤ 5 años Anual, edad 5+ años	44%	17	38%	9	90% gasolina, 9% diésel, <1% dual o híbrido	1. ↑ Emisiones HC y CO 2. Desgaste de llantas 3. Desequilibrio fuerzas de frenado
Carga liviana (< 3500 kg)		53%	18	23%	11	35% gasolina, 65% diésel, <1% dual	1. Desequilibrio fuerzas de frenado 2. Desgaste de llantas 3. ↑ Emisiones HC y CO
Motocicletas		33%	7	9%	4	100% gasolina	1. ↑ Emisiones CO 2. Desgaste de llantas 3. Falta de reflectores
Transporte de estudiantes		55%	14			100% diésel	1. Desgaste de llantas 2. Desequilibrio fuerzas de frenado 3. ↑ Emisiones opacidad
Transporte de turismo		32%	6			100% diésel	1. Desgaste de llantas 2. Desequilibrio fuerzas de frenado 3. Vehículo no cumple con las condiciones para la revisión (nivel aceite)

Carga pesada (camiones)	Anual	66%	20	44%	13	100% diésel	1. Desequilibrio fuerzas de frenado 2. Falta de reflectores 3. Desgaste de llantas
Cabezales (tractores)		74%	21	90%	12	100% diésel	1. Desequilibrio fuerzas de frenado 2. Holguras en soportes y amortiguadores 3. Desgaste de llantas
Taxis	6 meses	57%	9			59% gasolina, 35% diésel, 6% dual, <1% híbrido	1. Error en taxímetro 2. ↑ Emisiones HC y CO 3. Desgaste de llantas
Transporte público		35%	7			100% diésel	1. Desequilibrio fuerzas de frenado 2. Desgaste de llantas 3. Holguras en soportes y amortiguadores
Servicios especiales agrícolas		52%	12			100% diésel	1. Desequilibrio fuerzas de frenado 2. Desgaste de llantas 3. ↑ Emisiones opacidad
Transporte de productos peligrosos		55%	23	74%	16	1% gasolina, 37% diésel, 62% NA	4. Desequilibrio fuerzas de frenado 5. Holguras en soportes y amortiguadores 6. Desgaste de llantas

Los resultados de la RTV 2018 muestran que solo el 55% de los vehículos en la flota aprobó la prueba, esta tasa de aprobación aumenta a 80% en una segunda inspección. Un problema recurrente es la falta de cumplimiento del calendario establecido para las inspecciones técnicas, solamente el 60% de los vehículos la realiza en la fecha correspondiente habiendo un rezago en su mayoría de un par de meses, pero pudiendo ser mayor a tres.

En las inspecciones de primer ingreso, el 92% de los vehículos (nuevos o usados) son aprobados, sin embargo, la edad del vehículo es un factor que influye en el resultado de la prueba. Se aprecia en la Figura 6 como los vehículos más viejos tienden a ser rechazados en la primera revisión, esto confirma que los vehículos que se integran al parque no se encuentran en condiciones óptimas y sería necesario fortalecer los mecanismos de inspección en aduanas.

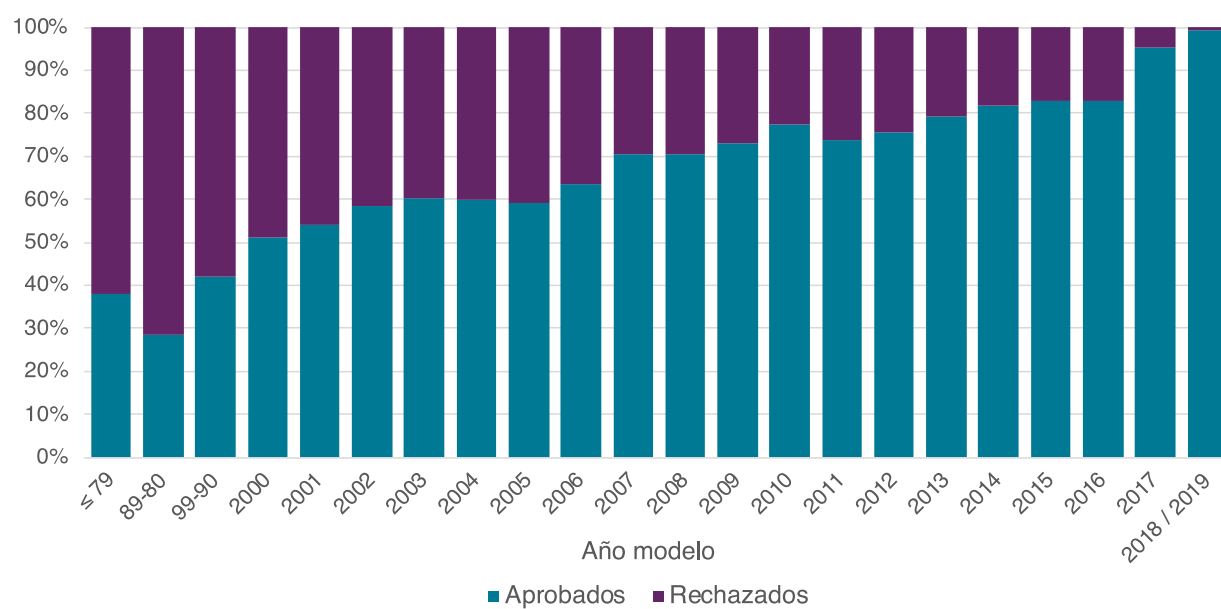


Figura 6 Tasa de aprobación y rechazo de vehículos de primer ingreso (RITEVE 2019)

PRÁCTICAS INTERNACIONALES

Los programas de inspección y mantenimiento buscan identificar a aquellos vehículos que tienen un pobre desempeño físico, mecánico o ambiental, en este último rubro se quiere identificar a los vehículos altamente contaminantes y aplicar acciones correctivas, de tal forma que mejoren las prácticas de mantenimiento de los vehículos en circulación. Los programas de I/M también incentivan la adopción de vehículos más limpios y generan un mecanismo adicional de verificación sobre las condiciones ambientales de los vehículos importados.

Los programas de I/M deben basarse en las características actuales de la flota, el contexto de calidad del aire de la región y la articulación de las políticas a nivel nacional y regional. Esto permite informar de mejor forma el diseño de los programas de I/M para adecuar su diseño con base en las características vehiculares y los contaminantes relevantes para la región. Los métodos y protocolos de medición deben ajustarse a las tecnologías vehiculares presentes en la flota. La información de la flota permite ajustar los niveles de aprobación o rechazo, definir la periodicidad de la inspección para cada grupo de vehículos y definir los costos y beneficios del programa (Posada, Yang, y Muncrief 2015).

Para su implementación se debe encontrar un punto medio entre los métodos más precisos y robustos que se utilizan para certificar a los vehículos y otros procedimientos que no son tan costosos, son rápidos y tienen un margen de precisión suficiente para determinar un límite de aprobación o rechazo (Posada, Yang, y Muncrief 2015). Esta sección incluye algunas de las características principales de los programas de I/M alrededor del mundo y en Latinoamérica.

Existen dos principales categorías para los programas de I/M, centralizados o descentralizados. La primera corresponde a los programas donde las verificaciones y reparaciones se realizan en talleres o concesionarios privados. Aunque pareciera una opción viable para evitar grandes inversiones por parte del gobierno, puede dar pie a corrupción derivado de conflicto de intereses entre los agentes, además de requerir equipos y experiencia muy distinta en una sola entidad. Por otro lado, los programas centralizados son aquellos donde solamente las verificaciones se realizan a través de los centros autorizados. En este esquema, es mucho más fácil administrar e implementar el programa, se pueden reducir costos y reduce la probabilidad de corrupción (Kolke 2011). Es recomendable continuar con un esquema centralizado tal como se implementa en Costa Rica.

PROTOCOLOS DE PRUEBA

Los protocolos de prueba han tratado de evolucionar a la par de los estándares de emisiones. Los programas de I/M requieren equipos y métodos de prueba que permitan capturar todos los niveles de emisiones de los vehículos que conforman la flota.

Los protocolos de prueba pueden llevarse a cabo “sin carga”, es decir, con el motor en reposo o ralentí a altas o bajas velocidades sin que el clutch esté engranado con el motor o transmisión. O mediante una prueba “con carga”, la cual requiere que el motor tenga

una oposición al movimiento de las llantas mediante un dinamómetro. En general las pruebas con carga tienen mayor precisión porque son un poco más completas, requieren más tiempo y los equipos requeridos son más sofisticados (Posada, Yang, y Muncrief 2015).

La Tabla 9 muestra los principales protocolos de prueba para vehículos livianos y pesados que se utilizan comúnmente en los programas de inspección y mantenimiento.

Tabla 9 Resumen de los protocolos de medición para programas de I/M (adaptado de Posada, Yang, y Muncrief 2015)

Protocolo de prueba	Carga	Vehículos pesados o livianos	Requerimientos de prueba	Emisiones reguladas	Detalle
Prueba en reposo (ralentí) y prueba en dos velocidades	Sin	Livianos	Prueba en carretera	CO y/o HC	Es la prueba más básica utilizada para medir concentraciones de CO y HC en modelos Tier 0 y pre-Euro 1. Baja correlación con los resultados en prueba de chasis.
Modo de aceleración simulada (<i>Acceleration Simulation Mode, ASM</i>)	Con	Livianos	Chasis para vehículos livianos	HC, CO y potencialmente NOx	Aplica a todos los vehículos a gasolina que tienen un convertidor catalítico de tres vías y sensores de oxígeno, pero no OBD. Existen 3 tipos de prueba para simular distintos niveles de potencia, y variar tasas de aceleración y velocidad. Mejora la prueba sin carga, tiene fuerte correlación con los resultados de la prueba de certificación.
IM240	Con	Livianos	Chasis para vehículos livianos	HC, CO y NOx	Es un protocolo que mejora la precisión del ASM y es recomendado por la US EPA. Se basa en los 240 segundos del protocolo FTP y requiere un equipo de medición más sofisticado. Las emisiones de los contaminantes evaluados se correlacionan mejor con la prueba de certificación con chasis que la prueba ASM. Sus costos son altos y requiere un programa de I/M centralizado.
MA31/BAR31	Con	Livianos	Chasis para vehículos livianos	HC, CO y NOx	El MA31 es un protocolo más simplificado y requiere un equipamiento de menor costo que el IM240. Es igual al ciclo de manejo desarrollado en California denominado BAR-31. Es una prueba corta en chasis ajustada para identificar a vehículos ostensiblemente contaminantes
FAS o SAE J1667	Sin	Pesados	Prueba en carretera	Opacidad	Es una prueba también conocida como de aceleración rápida o libre, lo que permite detectar el pico de emisiones de humo. Es una prueba sencilla y conveniente diseñada para vehículos a diésel, pero varios estudios muestran resultados no consistentes por lo que es una prueba inadecuada para detectar PM o medir NOx.

Lug down (ISO 76444)	Con	Livianos diésel y pesados	Prueba en chasis	Opacidad	Es una prueba que baja la velocidad del motor al aumentar la carga ("lug") Se enfoca en vehículos más viejos u ostensiblemente contaminantes. No está diseñada para medir PM o NOx
DT80	Con	Pesados	Prueba en chasis	PM, NOx	Es el protocolo de medición más robusto dentro de las pruebas con carga para vehículos pesados y se utiliza en Australia, siendo una prueba corta transitoria ⁷ . Puede medir NOx mediante las concentraciones de NO con ajustes por corrección mediante la fórmula de la US EPA.

CALIFORNIA

En los Estados Unidos, todos los estados están obligados a cumplir con la regulación federal de calidad del aire (Clean Air Act-CAA) y una de las medidas para atender esta problemática es a través de los programas de I/M. Particularmente siguiendo esta regulación, 33 estados y áreas están obligadas a implementar programas de I/M (US EPA 2020). Cada estado es responsable de determinar sus programas de I/M sin embargo la federación proporciona algunas recomendaciones generales.

Hemos seleccionado al estado de California por ser uno de los más progresistas y actualmente evalúa el fortalecimiento de los programas para vehículos pesados.

Los programas de I/M en California establecen límites máximos de emisión y determinan la periodicidad de las pruebas de inspección con base en las condiciones de calidad del aire de cada jurisdicción.

Vehículos pesados

California ha implementado uno de los programas más avanzados con diversos mecanismos de inspección en carretera, estaciones de pesaje, programas para flotas, estaciones especializadas o el cruce fronterizo con México y programas voluntarios. En julio de 2019 actualizaron los requerimientos del programa vigente de I/M para vehículos pesados estableciendo, entre otras cosas, niveles de emisiones más bajos (CARB 2019b). La motivación para reducir estos límites es que las nuevas tecnologías por estándares avanzados EPA 2010/Euro VI, retrofit de vehículos para instalar filtros de partículas (DPF), y la distribución de diésel de ultra-bajo contenido de azufre (< 15 ppm de azufre) ha logrado reducir las emisiones de los vehículos en circulación a niveles mucho menores que los valores de opacidad actuales. Además, con estos nuevos niveles en la inspección será más fácil detectar a los vehículos que presentan alguna falla en sus equipos de control de emisiones y así poder repararlos (CARB 2019a).

El programa de I/M para vehículos pesados (*California's Heavy-Duty Vehicle Inspection Program, HDVIP*) aplica para vehículos no particulares de más 6,000 lbs o 2,727 kg de PBV, que operen en California ya sea registrados ahí o en otros estados y requiere que todos los vehículos cumplan con los niveles máximos de opacidad que se muestran en la Tabla 10 para poder circular. Por otro lado, también se requiere que las flotas de 2 o más vehículos pesados realicen una inspección anual de opacidad (*Periodic Smoke*

⁷ <https://www.legislation.gov.au/Details/F2007B01122>

Inspection Program, PSIP) y deben resguardar los resultados de las pruebas pudiendo existir auditorías por parte de CARB⁸. Los vehículos que pasan la prueba cuentan reciben una etiqueta que los identifica (*Emission Control Label, ECL*). Los dueños deben tener un registro de los vehículos de la flota que incluya: año, modelo, fabricante, chasis, tipo y número de serie del motor, número de identificación vehicular (VIN) y placa. La prueba PSIP se puede realizar por terceros o por personal de la flota, los cuales ahora deberán capacitarse en línea para realizar dicha prueba bajo el protocolo de prueba. Adicionalmente, las flotas que realicen monitoreo de los sistemas OBD (a partir de 2013 se estandariza el sistema de OBD) podrán optar por reportar estos resultados en lugar de la prueba de opacidad. Quedan exentos de esta prueba los vehículos cuya antigüedad sea menor a 4 años (CARB 2019b).

El siguiente paso para California es establecer un programa más robusto. En septiembre de 2019, la legislación SB-210 (Leyva 2019) estableció las bases para desarrollar en el corto plazo un programa de I/M para vehículos pesados de más de 14,000 lbs o 6,364 kg de PBV que no utilicen gasolina como combustible. El nuevo programa deberá implementar un piloto para identificar las nuevas estrategias y poder escalarlo a nivel estatal, además de no duplicar acciones con otros programas. Dentro de las medidas establecidas en la legislación están acciones adicionales como las demás ya implementadas, en general el programa busca incluir el uso de sistemas OBD, regular tanto PM como NOx, regular flotas desde un solo vehículo, incluir vehículos registrados en otros estados que operan en California, reducir el costo de cumplimiento del programa, permitir el registro vehicular solo cuando se pase la prueba de emisiones, emitir un certificado de cumplimiento, establecer estándares para los agentes asociados a la inspección, diagnóstico y reparación dentro del programa, prohibir la circulación a todo vehículo que exhiba la luz de malfuncionamiento ( MIL) y exentar a vehículos cero emisiones y aquellos certificados con los estándares opcionales de ultra bajas emisiones de NOx por cuatro años.

Tabla 10 Límites de opacidad para vehículos pesados a diésel en California (CARB 2019b)

Año-modelo del vehículo o motor ⁹	Opacidad		Protocolo/ Metodología de medición
	Estándar anterior	Nuevo estándar	
≥ 2013 (o con DPF que ↓PM 85% min)	40%	5%	Pueden optar voluntariamente por reportar OBD en lugar de PSIP. Los vehículos o motores cuya antigüedad sea de 4 años o menos serán exentos

⁸ Una problemática común es la falta de cumplimiento del programa PSIP, se estima que 50% de las flotas no realizan las prueba y los cambios planteados buscan reducir este incumplimiento.

⁹ Una lista de los sistemas de control de emisiones se puede encontrar aquí:
<https://ww3.arb.ca.gov/diesel/verdev/vt/cvt.htm>

≥ 2007 (o con DPF que ↓PM 85% min)			SAE J1667 Snap-Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Diesel Powered Vehicles
1997 – 2006 (o con sistemas post-tratamiento que ↓PM 50%-84%)		20%	
1991–1996		30%	
≤1990	55%	40%	

Vehículos livianos

El programa de I/M (“*Smog Check*”) para vehículos livianos en California está administrado bajo el Buró de Reparaciones Automotrices (BAR) quien además, otorga las licencias para las estaciones que prestan el servicio (BAR 2019). El programa se basa en gran medida en las condiciones de calidad de aire de las ciudades y condados de California, incluso a nivel de código postal. Los programas de I/M se clasifican en 3 tipos, con base en el grado de contaminación de ozono y CO que exista en determinada zona y por consiguiente el grado de exigencia que se requiere en esa zona, así los programas o pruebas pueden ser intensificadas, básicas o cuando se realiza un cambio de propiedad.

La frecuencia de la inspección se determina por el tipo de zona, pero regularmente se realizan cada 2 años. Se requiere de una inspección cada vez que se inscriba por primera vez un vehículo o cuando se quiera renovar el registro cada dos años. Los vehículos de 8 años o menos de antigüedad están exentos de la inspección, pero pagan una cuota anual¹⁰ por los 8 primeros años destinada a la reducción de contaminación ambiental.

Existen tres tipos de estaciones de servicio que realizan distintas actividades: sólo inspección, sólo reparación o ambas. Esta última que realiza tanto inspecciones como reparaciones, son conocidas como estaciones “STAR”. El usuario puede elegir a dónde llevar su vehículo para realizar la inspección, sin embargo, la autoridad puede determinar si cierto tipo de vehículos que tienen mayor propensión a fallar la prueba, son ostensiblemente contaminantes o se encuentran en una zona altamente contaminada, deben realizar la inspección en las estaciones STAR.

Adicionalmente el estado puede realizar aleatoriamente inspecciones voluntarias en carretera (“*roadside surveys*”) que realizan una prueba de emisiones (ASM, OIS) similar a la que se realiza en una estación de servicio (BAR 2020). Los resultados de la prueba se entregan al conductor y no tienen ningún impacto en su registro, pero le permiten al estado verificar la efectividad del programa de I/M, recabar información sobre las condiciones de algunos vehículos y ayudar a concientizar a la población de la importancia del mantenimiento de sus vehículos. La Tabla 11 presenta las principales características del programa de “Smog Check” en California.

¹⁰ Se pueden consultar las cuotas asociadas en la liga siguiente, USD\$8 (Enero 2020):

https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/?1dmy&urile=wcm:path:/dmv_content/en/dmv/vr/fees/miscellaneous

Tabla 11 Características del programa "Smog Check" de California (BAR 2019)

Año-modelo del vehículo	PBV	Combustible	Protocolo/ Metodología de medición
≥ 1976	Todos	Gasolina y/o: Propano Gas Natural (GNC, GNL, GLP) Metanol/Etanol (Flex fuel)	OBD II (OIS) para vehículos año modelo ≥ 2000 ¹¹ OIS y prueba de emisiones para vehículos año modelo 1996-1999 ASM: Prueba dinámica con carga en dinamómetro (en área acumulada)
≥ 2015		Gasolina (híbridos)	
≥ 1998	≤14,000 lbs o 6,364 kg	Diésel y/o: Propano Gas Natural (GNC, GNL, GLP) Metanol/Etanol (Flex fuel)	Prueba estática en ralentí sin carga a dos velocidades (en área básica) Prueba estática en ralentí sin carga a dos velocidades (cambio de propiedad)
*Exenciones: Los vehículos exentos de la inspección son los eléctricos, vehículos con una antigüedad de 8 años o menos, vehículos de 4 años o menos cuando cambian de propietario, vehículos de dos cilindros o menos, vehículos de dos tiempos y motocicletas, así como los vehículos con PBV mayor a 14,000 lbs. o 6,364 kg que utilicen gas natural comprimido (GNC), gas natural licuado (GNL) y gas licuado de petróleo (GLP).			

EUROPA

El Parlamento Europeo dicta lineamientos generales para que los estados miembros establezcan mecanismos periódicos de evaluación de las condiciones físico-mecánicas y ambientales de los vehículos (*"roadworthiness"*) a través de una prueba de verificación y pruebas en carretera. Los estados miembros tienen la obligación de implementar estos programas de verificación, establecer los límites y pueden determinar requisitos adicionales, aunque la intención es buscar la homologación en toda la Unión Europea (European Parliament 2014):

- En el caso de los vehículos para pasajeros de no más de 8 pasajeros y de carga de no más de 3.5 toneladas (M1 y N1), así como los tractores categoría T5 se realiza la primera inspección después de los 4 años posteriores a su registro y a partir de ahí tendrá una periodicidad cada dos años.

¹¹ Si bien OBD-II se encuentra en vehículos a partir de 1996 para vehículos a gasolina y 1997 para diésel, CARB considera que a partir de 2000 se pueden detectar con mayor precisión problemas de malfuncionamiento relacionado con las emisiones vehiculares. (Tabla B-3 de la liga abajo)
https://ww3.arb.ca.gov/msprog/smogcheck/march09/transitioning_to_obd_only_im.pdf

- Los vehículos M1 destinados para su uso como taxis o ambulancias y las categorías para vehículos de más de 8 pasajeros (M2, M3), carga de más de 3.5 toneladas (N2) y sus remolques (O3 y O4) deben realizarla anualmente a partir del primer año después de su registro.
- Para las categorías correspondientes a vehículos de 2 y 3 ruedas (L3e, L4e, L5e y L7e) con un desplazamiento de motor superior a 125 cm³ la periodicidad de la prueba será determinada por cada estado comenzando a partir de 2022.

Los centros de prueba tienen hasta el 2021 para adecuarse y contar con un sistema que les permita compartir con la autoridad competente del estado miembro la información de las pruebas verificación, incluyendo a la autoridad responsable del registro del vehículo.

ASIA

En el contexto de Asia se puede resaltar los programas implementados para vehículos de 2 o 3 ruedas –como motocicletas– que han tenido un crecimiento exponencial en la región. En Costa Rica como en otras ciudades de Latinoamérica, estos vehículos suelen ser utilizados como medio de transporte principal por su bajo costo y conveniencia, pero también se están perfilando como principal medio para entregas rápidas de comida o mensajería. Algunos programas actualmente implementados existen en países como China, India, Taiwán y Tailandia. Muchas de estas regiones han adoptado también regulaciones para vehículos nuevos los cuales han ayudado a mejorar las condiciones de los vehículos de 2 y 3 ruedas que se incorporan al parque, por ejemplo en Taiwan, India, China, Japón y la Unión Europea, Estados Unidos y California.

Los principales contaminantes provenientes de las motocicletas son CO y HC, y no tan altas emisiones de NOx, pueden tener altas emisiones de PM en forma de humo blanco especialmente en motos de dos tiempos derivado de la quema de aceite lubricante (MECA 2014).

Taiwán es el país líder en regulaciones para el control de emisiones de motocicletas en Asia, posee la mayor densidad de motocicletas por km cuadrado (14.6 millones de motos) y adoptó su primera regulación en 1988 para motocicletas nuevas y ha hecho ajustes progresivos para hacer más estrictos los límites (Kamakaté y Gordon 2009).

En 1996 comenzó con su programa de I/M para motocicletas, y tiene una particularidad que el gobierno es quien asume el costo de las inspecciones técnicas de las motocicletas y los usuarios solamente pagan por las reparaciones. Además, se han dado incentivos para poder adquirir motocicletas eléctricas. El último mandato adoptado es que a partir de 2035 todos los vehículos 2 y 3 ruedas tendrán que ser eléctricos.

Para las motocicletas se implementan revisiones técnicas que incluyen los aspectos mecánicos, de seguridad y en emisiones. El gobierno federal establece las regulaciones ambientales sobre los límites de emisión de vehículos nuevos y en circulación y los programas de I/M son implementados a través de los departamentos de vehículos locales. Las motocicletas están sujetas a inspecciones en carretera al igual que los vehículos a diésel. Adicionalmente se implementan de manera conjunta acciones entre la Agencia de Protección Ambiental, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Departamento de Finanzas de Taiwán para renovar la flota más antigua de motocicletas y prohibir el uso de motos de dos tiempos. Para lo cual se han establecido impuestos

para el registro y venta de combustible de las motos de 10 o más años de antigüedad (EPA Taiwan 2018a).

Se otorgan incentivos para deshacerse a las motocicletas de 2 tiempos y los montos varían si sólo se chatarriza o también se adquiere una motocicleta o bicicleta eléctrica.

La periodicidad de las verificaciones es anual a partir de los 5 años del año modelo de la motocicleta, antes de ese tiempo se exenta de la prueba. Las motocicletas que no pasen la inspección deben ser reparadas y tomar la prueba dentro de los siguientes 30 días de lo contrario se impone una multa por no realizar las reparaciones dentro del mes siguiente o por no realizar la prueba a tiempo (EPA Taiwan 2018b).

Taiwán tiene implementado estaciones de sensor remoto pero las motocicletas no forman parte de él.

AMERICA LATINA

Argentina

La Ley de Tránsito y Seguridad Vial reglamenta la revisión técnica en Argentina y su implementación corre a cargo de las jurisdicciones locales quienes se encargan de autorizar a los talleres y existe un Ente Auditor Nacional (ENA) que coordina la revisión técnica en todas las jurisdicciones. Todos los vehículos automotores de 2-3 ruedas, los vehículos de pasajeros y de carga, y los equipos acoplados (tráiler) deben someterse a la Revisión Técnica Obligatoria (RTO) y pueden ser sujetos también a una Revisión Rápida y Aleatoria en carretera (RRA). Los vehículos nuevos (0 km) tienen 36 meses para realizar su primer RTO. Los vehículos particulares deben realizarla cada 2 años durante los primeros 7 años de antigüedad, y posteriormente de forma anual. Todos los demás vehículos no particulares deben realizarla de forma anual (Congreso 1995).

Tabla 12 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en Argentina (Congreso 1995)

Tipo de vehículo	Combustible	Año modelo	CO	HC	Opacidad	Tipo de prueba
Todos	Gasolina	1983-1991	4.5%	900 ppm		Prueba dinámica en dinamómetro de chasis en marcha lenta ¹²
		1992-1994	3%	600 ppm		
		≥ 1995	2.5%	400 ppm		

¹² <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30389/dto779-1995-anexoN.htm>

Todos	Diésel	≥ 1994		2.62 m ⁻¹	Prueba en dinamómetro de banco o chasis en aceleración libre ¹³
-------	--------	--------	--	----------------------	--

Colombia

La revisión técnica-mecánica y de emisiones contaminantes aplica para todos los vehículos automotores. Los vehículos particulares nuevos presentan su primera revisión al año 6 de su registro y los vehículos nuevos de servicio público, motocicletas y afines al cumplir 2 años desde su registro. Posteriormente para todos, la revisión técnica se lleva a cabo de forma anual (Poder Legislativo 2002; MinAmbiente 2008).

El pasado 29 de diciembre de 2019, el Ministerio de Transporte incorporó la revisión técnica de los vehículos y motocicletas eléctricas y otros combustibles alternos y se encuentran en espera de determinar las condiciones para su adopción (MinTransporte 2019).

Tabla 13 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en Colombia (Poder Legislativo 2002; MinAmbiente 2008)

Tipo de vehículo	Combustible	Año modelo	CO	HC	Opacidad	Tipo de prueba
Todos	Gasolina, gas natural o duales	≤ 1970	5%	800 ppm		Prueba en velocidad de cruce y en condición de marcha mínima, ralentí o prueba estática NTC 4983 ¹⁴
		1971-1984	4%	650 ppm		
		1985-1997	3%	400 pmm		
		1998-1999	1%	200 ppm		
		≥ 2010	0.8%	160 ppm		
Motocicletas, motociclos y mototriciclos	Gasolina o duales (dos tiempos)	≤ 2009	4.5%	10,000 ppm		NTC 5365, 6218 y 6282 ¹⁵
		≥ 2010	4.5%	2,000 ppm		
	Gasolina o duales	≤ 2009	4.5%	2,000 ppm		

¹³ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30389/dto779-1995-anexoNN.htm>

¹⁴ <http://cdaavenidasexta.com/wp-content/uploads/2015/11/NTC5365.pdf>

<http://www.cda-sa.com/assets/files/NTC%204983%20emisiones%20gasolina.pdf>

¹⁵ <https://tienda.icontec.org/producto/ntc6218/?v=7516fd43adaa>

<https://www.libreriadelaui.com/ntc-6282-revision-tecnico-mecanica-y-de-emisiones-contaminantes-en-vehiculos-automotores-tipo-ciclomotor-y-tricimotor-icontec-temas-varios/p>

	(cuatro tiempos)	≥ 2010	3.6%	1,600 ppm		
Todos	Diésel	≤ 1970			50%	Prueba en aceleración libre y a temperatura normal de operación NTC 4231 ¹⁶
		1971-1984			45%	
		1985-1997			40%	
		1998-1999			35%	
		≥ 2010			28%	

México

Existen dos regulaciones en México para vehículos en circulación, normas federales para vehículos a gasolina, gas o combustibles alternos (NOM-047-SEMARNAT-201417) y a diésel (NOM-045-SEMARNAT-200618) y otra para la Ciudad de México y los estados aledaños o Megalópolis¹⁹ que tienen un programa más estricto y es el que consideramos aquí (NOM-167-SEMARNAT-2017). La verificación vehicular es semestral con algunas flexibilidades para los vehículos más limpios y eficientes.

Para los vehículos ligeros año modelo 2006 la prueba obligatoria es la de OBD. Para realizar o aprobar la prueba de OBD se requiere cumplir con tres requisitos, lograr la conexión con la unidad electrónica de control (ECU, por sus siglas en inglés), que no existan códigos de falla confirmados del tren motriz que marca la norma (e.g. luz MIL) y que todos los componentes o monitores requeridos están completos (SEMARNAT 2017). En los demás casos se deberán aplicar los métodos tradicionales de prueba dinámica y estática. La Tabla 14 muestra los métodos aplicables para cada tipo de vehículo.

Tabla 14 Métodos de prueba por tipo de vehículo (SEMARNAT 2017)

Tipo de combustible	PBV	Año modelo	OBD	Prueba Dinámica	Prueba Estática	Prueba Opacidad
Gasolina o gas natural de origen	400 kg > PBV ≤ 3857 kg	< 2006	No aplica	Obligatorio	Por excepción	No aplica
		≥ 2006	Obligatorio	Por excepción	Por excepción	No aplica
	PBV ≥ 3857 kg	Todos	No aplica	No aplica	Obligatorio	No aplica

¹⁶ <http://cdaavenidasexta.com/wp-content/uploads/2015/11/NTC4231.pdf>

¹⁷ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5371998&fecha=26/11/2014

¹⁸ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018

¹⁹ Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala

Vehículo convertido a gas licuado de petróleo, gas natural o que utilicen otro combustible alternativo	400 kg > PBV ≤ 3857 kg	Todos	No aplica	Obligatorio	Por excepción	No aplica
	PBV ≥ 3857 kg		No aplica	No aplica	Obligatorio	No aplica
Diésel	PBV > 400 kg	Todos	No aplica	No aplica	No aplica	Obligatorio

Los límites de emisiones aplicables en el programa se encuentran en la Tabla 15 con su correspondiente protocolo de prueba.

Tabla 15 Límites de emisión de contaminantes para vehículos en circulación en México (SEMARNAT 2017)

Tipo de vehículo	Combustible	Año Modelo	CO	HC	NOx	Coef abs luz	Opacidad	Tipo de prueba
PBV ≥ 400 kg	Gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos	≤1993	1%	200 ppmh	1,000 ppm			Prueba dinámica y estática ²⁰
		≥ 1994	1%	100 ppmh	1,000 ppm			
	Gasolina	≤1993	3%	400 ppmh	-			Prueba Estática ²¹
		1994-2005	0.5%	100 ppmh	-			
400 kg > PBV ≤ 3857 kg	Gasolina	≤1993	2.5%	350 ppmh	2,000 ppm			Prueba dinámica bajo condiciones de aceleraciones simuladas mediante la aplicación de una carga externa controlada por el dinamómetro ²²
		1994-2005	0.7%	100 ppmh	700 ppm			
	Gasolina y gas natural	≥ 2006	0.4%	80 ppmh	250 ppm			OBD ²³ (OBD-II, OBDII similar o EOBD EURO 5 y posteriores)

²⁰ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5371998&fecha=26/11/2014

²¹ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5371998&fecha=26/11/2014

²² http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5371998&fecha=26/11/2014

²³ https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496105&fecha=05/09/2017

								Los valores de emisión corresponden a los límites de emisión para la prueba dinámica en caso de no poder llevar a cabo con OBD
400 kg > PBV ≤ 3857 kg	Diésel	≤ 2003				2 m ⁻¹	57.68%	Prueba estática con aceleración instantánea ²⁴
		≥ 2004				1.5 m ⁻¹	47.53%	
PBV > 3857 kg		≤ 1997				2.25 m ⁻¹	61.99%	
		≥ 1998				1.50 m ⁻¹	47.53%	
*ppmh: partes por millón referido al hexano								

La normatividad también considera las verificaciones realizadas con sensor remoto, la cual tiene la intención de detectar a vehículos ostensiblemente contaminantes que se determinan por los valores de emisión que se muestran en la Tabla 16. El protocolo para esta prueba se encuentra en el anexo II de la NOM-167 (SEMARNAT 2017).

Tabla 16 Límites de emisión para prueba de sensor remoto (SEMARNAT 2017)

Tipo de vehículo	Combustible	Año modelo	HC	NO	CO	PM
Todos	Gasolina	Todos	600 ppmh*	2,500 ppm	4.5%	
Todos	Diésel	Todos		3,000 ppm		0.50 g carbono/100 g combustible
*ppmh: partes por millón referido al hexano						

La regulación también considera algunas flexibilidades para los vehículos más limpios (Tabla 17). Otras consideraciones adicionales se pueden establecer en los programas de verificación de cada estado determinadas por las autoridades locales, tal es el caso de los vehículos que se encuentran con fondo rojo en la Tabla 17 que corresponden a lo determinado por la Ciudad de México.

Tabla 17 Exenciones para el programa de verificación (SEDEMA 2020; SEMARNAT 2017)

Tipo de combustible	PBV	Año modelo	Exención
---------------------	-----	------------	----------

²⁴ <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1284/1/nom-045-semarnat-2006.pdf>

Gasolina o gas natural de origen	PBV $\leq$ 3857 kg	Vehículos nuevos	Dos periodos: • 2 años • 2 años adicionales si pasan la verificación
Diésel	PBV $\leq$ 3857 kg	Vehículos nuevos	Un solo periodo: • 2 años
Gasolina, diésel, gas natural de origen	PBV $\geq$ 3857 kg	Vehículos nuevos	Un solo periodo: • 2 años
		Vehículos nuevos EPA 2010, Euro VI	Dos periodos: • 2 años • 2 años adicionales si pasan la verificación
Híbridos	PBV $\geq$ 3857 kg	Todos híbridos categoría I donde la energía eléctrica es la fuente de propulsión principal:	Dos periodos: • 8 años con posibilidad de extensión
	PBV $\geq$ 3857 kg	Todos híbridos categoría II donde la energía eléctrica es la fuente de propulsión principal:	Un periodo: • 8 años
Eléctricos	Todos	Todos	Permanente

También la regulación en México señala las características técnicas de los sistemas de comunicación entre los centros de datos de la Secretaría del Medio Ambiente (SEMARNAT), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y los centros de verificación. Las medidas buscan proteger el manejo de información sensible, evitar fraudes, almacenar la información al menos por 5 años y transmitir los datos en línea. Es importante recalcar que esta información determinada en Anexo III de la NOM-167 es compartida con las autoridades.

ESTRATEGIAS COMPLEMENTARIAS PARA MEJORAR LOS PROGRAMAS DE I/M

Las siguientes estrategias están pensadas como complemento de los programas de I/M, en algunos casos se pueden aplicar para sustituir la prueba de emisiones para ciertas tecnologías avanzadas como es el caso del OBD, pero de cualquier forma se recomienda hacer pruebas preliminares o pilotos para mejorar su diseño e implementación.

Sensor remoto

Una medida complementaria a la inspección periódica es la implementación de programas de sensor remoto que sirven para detectar a los vehículos en circulación que son altamente contaminantes, para verificar las emisiones vehiculares en condiciones reales de manejo y generar información útil para el diseño del programa de I/M y otros complementarios. De cierta forma los sistemas de sensor remoto también pueden ayudar al cumplimiento de las políticas de mantenimiento y desempeño ambiental de los

vehículos. Se pueden detectar casos de fraude, en algunas regiones se utilizan para exentar la inspección física, particularmente en el caso de vehículos pesados el sensor remoto permite obtener más información que los que arroja la prueba de opacidad.

El éxito de las pruebas de sensor remoto radica en el número de muestras válidas que se recabe, la selección de los sitios, y la variabilidad de los vehículos que se detectan al pasar. Esto puede alcanzarse eligiendo una muestra más grande combinado con más sitios de medición (Borken-Kleefeld y Dallmann 2018).

Existe un gran número de programas de sensor remoto en el mundo, China adoptó una regulación a nivel nacional para medir las emisiones de los vehículos a diésel por medio de sensor remoto y ya tiene una extensa red de estaciones a lo largo de todo el país (Yang 2017). En Estados Unidos, en Colorado y Virginia los vehículos pueden exentar la verificación si pasan la prueba de sensor remoto. Hong Kong ha adoptado un programa de sensor remoto para identificar a vehículos livianos y taxis ostensiblemente contaminantes. Si un vehículo es capturado por las dos estaciones establecidas y supera los límites de emisión, es llamado para una verificación en un centro de inspección dentro de los 12 días siguientes. Si el vehículo no fue reparado y no pasa la prueba puede cancelarse su registro o licencia (Borken-Kleefeld y Dallmann 2018).

A nivel internacional la iniciativa TRUE (*The Real Urban Emission Initiative*) se constituye como una herramienta de consulta que recoge información de emisiones en condiciones reales de manejo de la flota vehicular en distintas ciudades alrededor del mundo. Estos datos son analizados para informar la toma de decisiones de las políticas públicas (Bernard et al. 2018a).

En cualquier caso, se sugiere aplicar un piloto para determinar las características de un programa de sensor remoto, i.e. el tamaño de muestra, equipamiento, recolección y análisis de la información, asociar la información de registro de los vehículos, cómo comunicar el programa, dar notificaciones a los conductores o establecer los límites de emisión de contaminantes.

Para más información sobre las consideraciones de los programas de sensor remoto sugerimos revisar el documento de (Bernard et al. 2018b)

Sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD)

El sistema OBD permite monitorear el desempeño del motor y de los componentes de post-tratamiento responsables de controlar las emisiones. El OBD se encarga de asegurarse que la operación de estos sistemas funcione correctamente, de lo contrario alertará al conductor de los casos de malfuncionamiento detonando la luz indicativa en el tablero cuando se ha sobrepasado un límite (OTL) asociado a un estándar de emisiones (Bernard et al. 2018). Los sistemas OBD han ido evolucionando, permitiendo estandarizar protocolos de comunicación entre fabricantes, verificar si ha existido manipulación de los registros y monitorear cada vez más un mayor número de componentes y parámetros sobre el desempeño del vehículo.

Las pruebas con OBD permiten conectar un scanner a la computadora del vehículo para obtener la información técnica de los componentes y su mantenimiento en una forma rápida, simple y costo-efectiva (Posada, Yang, y Muncrief 2015).

Pero es necesario exigir los protocolos de comunicación adecuados. Para más información sobre el funcionamiento de OBD en vehículos ligeros y consideraciones para su implementación, sugerimos consultar el reporte de (Posada y German 2016).

Tabla 18 Protocolos de comunicación para uso de OBD

Scanner	SAE J1978
Conector	SAE J1962
Protocolo de comunicación	ISO 15765-4 (CAN) SAE J1979/ISO 15031-5

El OBD-II de California es el estándar más avanzado en el mundo y ha servido de base para otras regulaciones similares como Europa (EOBD) y Korea en el caso de vehículos livianos. Particularmente, este estándar debería adoptarse con los estándares de emisiones exigibles en 2021 de Euro 6 y Tier 3, lo que facilitará las inspecciones de estos vehículos en los programas de I/M.

Para vehículos pesados, el OBD fue adoptado en 2005 con el estándar Euro IV, extendiéndose en Estados Unidos hacia el 2008 para algunas categorías y llegando a todas en 2010. En el caso de Europa se especifican límites para PM y NOx y en Estados Unidos se incluye además NMHC y CO. Para mayor información sobre las características de los sistemas OBD para vehículos pesados, se sugiere consultar el documento (Posada, Yang, y Muncrief 2015).

Pruebas en carretera

Las pruebas en carretera son otro mecanismo complementario a las pruebas en los centros de inspección. En el caso de vehículos ligeros este mecanismo puede no ser tan familiar como para los vehículos pesados que se someten regularmente a inspecciones en las estaciones de pesos y dimensiones en carretera. Para estas pruebas se requiere instalar estaciones con equipo especial que pueda ser movilizado en varios puntos de la ciudad, usualmente se instalan en las inmediaciones de estaciones de pesaje, estacionamientos y acotamiento en carreteras que lo permita. Los resultados de estas pruebas están correlacionados con los obtenidos en los centros de inspección, pero su duración es mucho menor, aproximadamente 5 minutos por vehículo. Se puede aprovechar también para revisar el estado de llantas, pues se han detectado situaciones de fraude donde los conductores rentan llantas para pasar las revisiones técnicas periódicas.

Si bien RITEVE ha realizado algunas inspecciones en carretera, estos no han tenido buena aceptación por la ciudadanía. Se pueden hacer inspecciones voluntarias en una primera etapa como el caso de California, donde los conductores elijen o no participar en las pruebas y los resultados de estas son entregados sin ninguna penalización o registro al vehículo. Este mecanismo puede servir para promover el mantenimiento regular de los vehículos y como pruebas preliminares del estado del vehículo para que los conductores puedan realizar las acciones correctivas. Adicionalmente estas inspecciones pueden servir para revisar las condiciones de desgaste de las llantas.

RECOMENDACIONES PARA COSTA RICA PARA LOS PROGRAMAS DE I/M

Como hemos visto los programas de I/M en materia de emisiones, deben orientarse a identificar vehículos altamente contaminantes. En la mayoría de los casos estos corresponden a una pequeña fracción de la flota, pero son responsables de altas emisiones contaminantes. Existen oportunidades de mejora para redefinir las estrategias dentro del programa de I/M actual en Costa Rica, donde se utilice la información proveniente del programa para adecuar su diseño y se establezcan diversas estrategias para verificar el desempeño ambiental de los vehículos. Hablamos desde pruebas en centros de inspección como pruebas en carretera, inspecciones mediante el OBD para los vehículos más nuevos y estaciones de sensor remoto. Adicionalmente se deben implementar estrategias de concientización sobre la importancia del mantenimiento regular de los vehículos por sus implicaciones en la seguridad vial y emisiones al ambiente, así como generar mecanismos de apoyo o recursos sobre el mantenimiento para que los dueños o usuarios de los vehículos.

Siendo Costa Rica un país tan pequeño es recomendable mantener un programa centralizado que debe ajustarse con base en la información de la flota y estado de la calidad del aire. Es posible mediante la información relevada por el programa actual, identificar a las flotas y a grupos de vehículos que comparten cierta tecnología y son altamente contaminantes y enfocarse estos grupos y otorgar exenciones vehículos nuevos durante sus primeros años en circulación. Desafortunadamente no contamos con esta información para poder refinar las recomendaciones de este documento.

Las estrategias para reducir las emisiones en el sector transporte deben enfocarse tanto en mejorar los vehículos que se suman al parque como a permitir la circulación a aquellos que cumplan con los límites de emisiones correspondientes. Por eso las recomendaciones que aquí se presentan son una parte del rompecabezas.

A continuación, las recomendaciones puntuales:

- **Información.** Es imprescindible poder tener acceso a la información que se deriva de las revisiones técnicas. Los reportes de RITEVE si bien son útiles, no proporcionan la información suficiente para caracterizar a la flota con respecto a sus tecnologías vehiculares o para redefinir el programa en cuanto a los límites de aceptación o rechazo, no se pueden definir estrategias para los grupos de vehículos más contaminantes porque no se tiene la información del desempeño de cada vehículo. Por ello es necesario, que en la nueva licitación se especifiquen requerimientos de los sistemas de comunicación y monitoreo de las estaciones de inspección y se permita la transmisión de datos en tiempo real o con alguna otra frecuencia de transmisión. La información de la revisión técnica también debe validarse con los datos de registro del vehículo en el caso de que se opte por implementar estaciones de sensor remoto.
- **Protocolos de prueba.** Se recomienda utilizar protocolos de prueba dinámicas con carga y simulación transitoria para los vehículos relativamente nuevos que

cuentan con sistemas de control electrónicos, y continuar con la prueba estática para modelos anteriores. Actualmente los métodos de prueba que se definen en la ley son estáticos sin carga los cuales son métodos que no representan bien las emisiones vehiculares y son los protocolos más básicos. Además, se recomienda para las tecnologías más recientes hacer la prueba con OBD tanto para vehículos ligeros como pesados, asegurándose de que este sistema se encuentra en perfectas condiciones y no presenta ningún malfuncionamiento. Se recomienda realizar ambas pruebas en un inicio para comenzar a utilizar al OBD, e identificar cualquier problema de comunicación con el vehículo para extraer la información y cómo se correlacionan con la prueba dinámica. Posteriormente se puede evaluar la posibilidad de sustituir la prueba dinámica mediante la prueba con OBD.

- **Sensor remoto.** Existe una legítima preocupación por reducir los casos de fraude y encontrar mecanismos de seguimiento y cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones, mantenimiento de los vehículos, y buen estado de las llantas. Se recomienda implementar un piloto para la utilización de sensor remoto para recabar información de la flota en general e identificar grupos de vehículos que tienen altamente contaminantes, verificar las emisiones de los vehículos comparados con los de las revisiones técnicas, y como mecanismo de fiscalización para identificar prácticas de fraude, manipulación de controles de emisiones, etc. Este piloto debe informar sobre la viabilidad de otras estrategias y diseño del programa de I/M.

Una vez que se encuentran calibradas las estaciones, se pueden adoptar estrategias por etapas:

1. Enviar la información de los resultados de la prueba a los propietarios de los vehículos para sensibilizarlos sobre las emisiones de sus vehículos y la importancia de su mantenimiento, tanto para los que no pasan la prueba como aquellos que mantienen en buenas condiciones sus vehículos. Esta parece ser una alternativa viable para recabar información que podría tener poca resistencia por parte de los conductores, al menos en esta etapa de prueba.
2. Utilizar el sistema de sensor remoto para exentar ("clean screen") o requerir que se efectúe una revisión a los vehículos, adoptando modelos como en Estados Unidos o Hong Kong.

- **Revisiones en carretera.** La policía de Tránsito tiene la facultad de realizar inspecciones en carretera, sin embargo, las experiencias que se tienen no han sido muy exitosas con gran oposición de la población. En particular, para vehículos livianos se recomienda hacer inspecciones en carretera para evaluar las condiciones físico-mecánicas y emisiones de los vehículos, particularmente el caso de llantas. En el caso de vehículos pesados, se recomienda establecer estaciones móviles en las estaciones de pesaje, para evaluar las emisiones y condiciones físico-mecánicas incluyendo también el estado de desgaste de las llantas. En ambos casos si se encuentra alguna falta se debe dar un plazo para que se solvete y presentarse a un centro de verificación para que se corrobore la atención a dicha falta.

- **Periodicidad de la verificación de emisiones.** La frecuencia con la que se realiza la RTV es adecuada y corresponde con la actividad de los distintos vehículos. Los taxis, vehículos de carga pesada, turismo y servicios agrícolas son los vehículos que recorren las mayores distancias.

Si tomamos en cuenta que entrarán nuevos estándares y tecnologías en 2021, sería factible exentar a los vehículos más nuevos de la verificación por un periodo determinado, con la posibilidad de extender otro periodo más si pasan satisfactoriamente una revisión. Esto podría aplicar para algunos grupos, en el caso de los vehículos livianos particulares se puede otorgar un periodo de gracia mayor, con posibilidad de renovación si se acredita una revisión. En el caso de carga pesada pueden ser periodos de dos años con posibilidad de renovación si pasan la prueba. Adicionalmente, se puede establecer otro periodo para los vehículos de más de 10 años, donde deban de realizar las RTV semestralmente. Sin embargo, esto debe ser validado con la información del programa vigente para conocer el estado de mantenimiento que tienen los vehículos. Las emisiones vehiculares se mantienen relativamente igual a lo largo de la vida útil del vehículo si se mantiene adecuadamente, pero si existen malas prácticas de mantenimiento, entonces sería preferible aumentar la frecuencia.

Un problema recurrente en la RTV es la falta de cumplimiento de los plazos de la inspección, una solución podría ser aplicar multas por no realizar las revisiones en el tiempo requerido como se hace en Taiwán para el caso de las motocicletas.

- **Límites de emisiones.** Para vehículos ligeros y pesados se recomienda revisar la información de las inspecciones sobre los márgenes de rechazo de los niveles actuales de emisión y ajustarlos con base en las características de la flota, considerando los métodos de prueba dinámicos con carga y ciclo transitorio. Esta evaluación de la flota y las emisiones reportadas en las revisiones técnicas debe realizarse recurrentemente para ir ajustando los niveles de emisión de aprobación o rechazo haciéndolos cada vez más estrictos e identificar grupos de vehículos que presentan un nivel alto de emisiones.

Se recomienda incluir la medición de NOx para vehículos ligeros además de los que actualmente se miden CO, HC y CO₂. En el caso de vehículos pesados con filtro de emisión se recomienda reducir aún más el nivel de aceptación de opacidad (~5%) considerando el uso de filtro de partículas a partir del 2021. Además, para los vehículos pesados que cuenten con OBD-II o similar se debe realizar la prueba con OBD para verificar que los controles de emisión están funcionando adecuadamente. Eventualmente se desea incorporar la medición de NOx para vehículos pesados. Si se implementa un sistema de sensor remoto esto puede informar el siguiente paso para incorporar este contaminante en las revisiones técnicas de vehículos pesados.

Aplicar el mismo nivel de emisión de las motocicletas de cuatro tiempos a las de dos tiempos con la intención de desincentivar el uso de motocicletas de dos tiempos por ser una tecnología que emite mayores emisiones y presenta una gran quema de aceites lubricantes. Idealmente se preferiría prohibir este tipo de tecnología.

- **Vincular registro vehicular y emisiones.** Se recomienda continuar con el requerimiento de la RTV para el pago del registro dentro de Marchamo. Es importante como otra medida adicional para cumplir con los tiempos y requerimientos de la revisión técnica, asociarlo con el registro vehicular como requisito indispensable.
- **Recursos para el mantenimiento.** Normalmente se da más atención a la parte de la inspección, pero es igualmente importante los recursos que existen para llevar a cabo las reparaciones o mantenimiento de los vehículos. Sugerimos revisar el mercado de talleres y evaluar acciones para mejorar la capacitación de los técnicos que realizan las reparaciones u otorgar certificaciones o reconocimientos que se tengan que renovar periódicamente. En algunos casos, como el de los pequeños operadores de carga, ellos podrían realizar sus reparaciones, por ello es importante contar con recursos en línea o incluso mediante el INA proporcionar cursos para fortalecer las capacidades en temas de mantenimiento o para entender como funcionan algunas tecnologías. Un ejemplo es el uso de filtro de partículas, el cual requiere una regeneración activa o pasiva para poder limpiar el filtro para su correcto funcionamiento.
- **Comunicación.** Desarrollar una estrategia de comunicación que acompañe la implementación del programa de I/M. Esto puede apoyar la sensibilización de la población sobre la importancia de las revisiones técnica y los impactos en las emisiones y salud, así como en la seguridad vial. Además, se pueden compartir datos de las campañas o resultados, incrementar la aceptación y participación en los programas.
- **Retiro de vehículos.** Se deberá desarrollar un plan para retirar o chatarrizar a los vehículos que ya no pasen la prueba por emisiones o temas de seguridad, o aquellos que ya no puedan ser reparados.
- **Acercamiento con otros países.** Dentro de los programas evaluados uno de los que nos parece más completo es el de la Ciudad de México. Podemos contactarlos con las personas encargadas del programa para que puedan platicarnos sobre su experiencia.

Otras recomendaciones:

- En el Reglamento para el control de las emisiones contaminantes de los vehículos (Decreto Ejecutivo No. 39724):
 - Modificar los estándares para vehículos ligeros Euro 4 o Tier 2 y adoptar solamente el estándar Tier 2 bin 5 que debió ser aplicable desde 2018. Asimismo, para el caso de los estándares Euro 6 o Tier 3, sugerimos adoptar solamente el estándar americano Tier 3 a partir de 2021. Esto responde también a una observación realizada por el informe de la auditoría de la Contraloría General de la República donde se señala que no es claro si estos estándares son equivalentes o no.

- Adoptar estándares para vehículos pesados y no tecnologías por separado. Es importante contar con un estándar internacional para los vehículos pesados, en este caso tanto el estándar de los Estados Unidos y la Unión Europea es equivalente, i.e. EPA 2010 y Euro VI.
 - Existe un error en las tecnologías que se requieren actualmente para los vehículos a pesados, siendo un convertidor catalítico de tres vías una tecnología para los vehículos diésel o encendido por compresión, por lo que se sugiere eliminar.

CONSIDERACIONES FUTURAS

Es importante ajustar las recomendaciones con los resultados del análisis de la información derivada de las revisiones técnicas. Se debe de caracterizar muy bien el parque vehicular, por año, tecnología vehicular, combustible, recorridos anuales etc., para que se definan estrategias más puntuales y se identifiquen los grupos de vehículos que presentan las mayores emisiones.

Esta información debe informar a los Ministerios de Medio Ambiente y Energía y de Transportes para poder definir las acciones que se requieran para reducir las emisiones de fuentes móviles. En particular, incorporar esta información en los inventarios de emisiones locales para cuantificar, por tipo de contaminante, la contribución en emisiones que tiene cada tipo de vehículo en la flota.

REFERENCIAS

- ARESEP. 2018. "Evaluación de la calidad de los combustibles en los planteles de Recope: Año 2017". Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Costa Rica. https://aresep.go.cr/images/Informe_Evaluacion_de_la_calidad_de_los_combustibles_en_los_planteles_de_Recope_2017.pdf.
- . 2019. "Evaluación de la calidad de los combustibles en estaciones de servicio. Anual 2018". Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Costa Rica. https://aresep-my.sharepoint.com/personal/multimedia_aresep_go_cr/
- Asamblea Legislativa. 2012. "Ley No. 9078 Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial". Costa Rica. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=73504.
- BAR. 2019. "Smog Check Reference Guide 2019". Bureau of Automotive Repair. Department of Consumer Affairs. https://www.bar.ca.gov/pdf/Smog_Check_Reference_Guide.pdf.
- . 2020. "Roadside Inspection Program". California Bureau of Automotive Repair. enero de 2020. https://www.bar.ca.gov/Consumer/Roadside_Inspection_Program.aspx.
- Bernard, Yoann, Uwe Tietge, John German, y Rachel Muncrief. 2018a. "Explanation of the TRUE real-world passenger vehicle emissions rating system". https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/TRUE_explanation_technical_20180604.pdf.
- BAR. 2018b. "Explanation of the TRUE real-world passenger vehicle emissions rating system". https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/TRUE_explanation_technical_20180604.pdf.
- Blumberg, Kate, y Francisco Posada. 2015. "Comparison of US and EU programs to control light duty vehicle emissions". The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/ICCT_comparison%20Euro%20v%20US.pdf.
- Blumberg, Kate, Francisco Posada, y Josh Miller. 2014. "Actualización de la NOM-044. Información para la toma de decisiones". The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Nom-044_espanol_20140530_update_1_0.pdf.
- Borken-Kleefeld, Jens, y Tim Dallmann. 2018. "Remote sensing of motor vehicle exhaust emissions". The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/Remote-sensing-emissions_ICCT-White-Paper_01022018_vF_rev.pdf.
- CARB. 2019a. "Proposed amendments to the Heavy-Duty Vehicle Inspection Program and Periodic Smoke Inspection Program. Staff Report: Initial statement of reasons". California Air Resources Board. <https://www3.arb.ca.gov/regact/2018/hdvippsip18/isor.pdf>.
- . 2019b. "Appendix A. Final Regulation Order: Amendments to the Heavy-Duty Vehicle Inspection Program and the Periodic Smoke Inspection Program". California Air Resources Board. https://www3.arb.ca.gov/regact/2018/hdvippsip18/fro.pdf?_ga=2.175716385.2015530613.1577410133-2044467585.1577189893.
- Congreso. 1995. "Anexo 1. Reglamento General de la Ley No.24449 de Tránsito y Seguridad Vial". Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/recurso/30389/dto779-1995-anexo1/htm>.
- EPA Taiwan. 2018a. "Control of mobile sources of air pollution". Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). el 4 de julio de 2018. <https://www.epa.gov.tw/eng/6DFB84DC8C65F910>.
- EPA Taiwan. 2018b. "Mobile Pollution Control Network (translated from Chinese)". Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). el 8 de agosto de 2018. <https://www.motorim.org.tw/index.aspx>.
- European Parliament. 2014. "DIRECTIVE 2014/45/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 3 April 2014 on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers and repealing Directive 2009/40/E". https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL_2014_127_R_0003#d1e32-119-1.

- Kamakaté, Fatumata, y Deborah Gordon. 2009. "Managing Motorcycles: Opportunities to Reduce Pollution and Fuel Use from Two- and Three-Wheeled Vehicles". The International Council on Clean Transportation.
https://theicct.org/sites/default/files/publications/managing_motorcycles.pdf.
- Kolke, Reinhard. 2011. "Inspection & Maintenance and Roadworthiness. Module 4b. Sustainable Transport: A Sourcebook for policy-makers in developing countries". GIZ.
https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP_SB4b_Inspection-Maintenance-Roadworthiness_EN.pdf.
- Leyva, S. 2019. *Senate Bill No. 210*.
http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201920200SB210.
- MECA. 2014. "Emission Control of Two- and Three-Wheel Vehicles". Manufacturers of Emission Controls Association. http://www.meca.org/resources/Motorcycle_whitepaper_update_0914.pdf.
- MinAmbiente. 2008. "Resolución número 910 Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones". Ministerio del Ambiente, antes Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527825/Resolución+910+de+2008.pdf/cfa30330-66e9-41c2-b5b6-af2559c508eb>.
- MinTransporte. 2019. "Resolución No. 6589 de 2019 Por la cual se modifican los artículos 6, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 27, 30 de la Resolución 3768 de 2013 "por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones". Ministerio de Transporte. Colombia.
<https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=23149>.
- MOPT. 2018. "Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura 2017". Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Costa Rica.
<http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4105>.
- Poder Ejecutivo. 2011. *Reduce el contenido de azufre en el diesel a 0.005% m/m como límite máximo*.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=69553&nValor3=83599&strTipM=TC.
- . 2016a. "Reglamento para el control de las emisiones contaminantes producidas por los vehículos automotores con motor de combustión interna." Costa Rica.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=81619.
- . 2016b. "Reglamento para el control de las emisiones contaminantes producidas por los vehículos automotores con motor de combustión interna. N° 39724 -MOPT-MINAE-S". Presidencia de la República, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud, Costa Rica.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=81619.
- . 2016c. "Directriz N° 056-MINAE: Parámetros de calidad para combustibles derivados del petróleo". Presidente de la República, Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82924&nValor3=106230&strTipM=TC.
- Poder Legislativo. 2002. "Ley 769 de 2002 Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones." Colombia.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html.
- Posada, Francisco, y John German. 2016. "Review of LDV OBD requirements under the European, Korean and Californian emission programs." The International Council on Clean Transportation.
<https://theicct.org/sites/default/files/publications/LDV%20OBD%20China%20White%20Paper%20vFinal.pdf>.
- Posada, Francisco, Zifei Yang, y Rachel Muncrief. 2015. "Review of current practices and new developments in heavy-duty vehicle inspection and maintenance programs". The International Council on Clean Transportation.

- <https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/HDV%20insp-maint%20White%20Paper%20v2.pdf>.
- RITEVE. 2019. "Anuario 2018: Revisión técnica vehicular". <https://www.rtv.co.cr/wp-content/uploads/AnuarioRiteve2018.pdf>.
- SEDEMA. 2020. "Aviso por el que se da a conocer el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, para el primer semestre del año 2020". Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno de la Ciudad de México. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/f835e1f556a4143a44ccbc8a76b92dcf.pdf>.
- SEMARNAT. 2017. "NORMA Oficial Mexicana NOM-167-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas." Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Mexico. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496105&fecha=05/09/2017.
- US EPA. 2020. "Vehicle Emissions On-Board Diagnostics (OBD)". US EPA website. enero de 2020. <https://www.epa.gov/state-and-local-transportation/vehicle-emissions-board-diagnostics-obd>.
- Yang, Zifei. 2017. "Remote sensing regulation for measuring exhaust pollutants from in-use diesel vehicles in China". The International Council on Clean Transportation. https://theicct.org/sites/default/files/publications/China-diesel-remote-sensing_ICCT-policy-update_19092017_vF.pdf.



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sitz der Gesellschaft
Bonn und Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de