



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Propuesta de mejora de la  
normatividad en eficiencia  
energética de los vehículos  
ligeros en México**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**INGENIERO MECÁNICO**

**P R E S E N T A N**

GUERRERO MORENO JOSÉ CLAUDIO

NIETO CARMONA LUIS GEOVANNI

**DIRECTOR DE TESIS**

ING. FRANCISCO JAVIER GARCÍA OSORIO



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Dedicatoria

A mis padres, a quienes me debo en lo más profundo, son y seguirán siendo, los pilares fundamentales en mi vida y mis máximos exponentes de lucha y entereza. A mi hermana por siempre motivarme a continuar ante todas las adversidades y mantener una sonrisa cada día. Al ingeniero Francisco Javier, por su tiempo y constante dedicación en todas las etapas de este proceso.

José Claudio Guerrero Moreno

# Dedicatoria

A Dios, a mis padres y a mis hermanas por darme  
la motivación y apoyo para salir adelante.  
Ustedes son el pilar que me mantiene de pie  
ya que sin ustedes no hubiera llegado  
a este punto de mi vida.

Al ing. Javier García Osorio, por su constante  
atención sobre este trabajo y el tiempo ofrecido.

Nieto Carmona Luis Geovanni

# Agradecimiento

A mi madre Claudia por siempre motivarme a seguir adelante, por prepararme día con día en todos los sentidos, gracias por el cariño y esfuerzo que dedico en mí durante todo este tiempo.

A mi padre José por su apoyo, paciencia y por inculcarme el hábito del trabajo como un estilo de vida, gracias por ser la primera persona que influyó en la elección mi carrera universitaria.

A mi hermana Lorena por ser muy tolerante con mi carácter durante tiempos de estrés y por su apoyo incondicional en cualquier ámbito de mi vida, eres fundamental para mí.

Al ingeniero Francisco Javier García por haberme dedicado su tiempo y apoyo en todo momento de este proceso. Por ser un modelo a seguir e inculcarme nuevos hábitos como salir al extranjero.

Al ingeniero Armando Maldonado por escucharme, comprenderme y en varias ocasiones brindarme su consejo, transmitirme su experiencia y dedicarme tiempo de aprendizaje valioso.

A mi compañero de tesis Geovanni por siempre desearme lo mejor, por inculcarme un nuevo hábito físico y porque pese a las adversidades nunca faltaron las risas y carcajadas.

A todos ustedes, con mucho cariño y aprecio... ¡MUCHAS GRACIAS!

José Claudio Guerrero Moreno

# Agradecimiento

A Dios principalmente por darme la vida y permitir levantarme de cada tropiezo.

-A veces volteó al cielo, sonrió y digo "Yo sé que fuiste tú"- ¡Gracias Dios!

A mi madre Talía y mi padre José Luis, porque sin su apoyo no hubiera podido hacer esto posible, por sus regaños y correcciones durante este camino. Gracias por siempre estar pendiente de mí, porque, aunque fuera lo más insignificante, siempre se preocuparon y vieron la manera de salir adelante. Todos mis logros se los debo a ustedes. Gracias por todo el cariño y aprecio. Gracias por inculcarme el valor de respeto y alejarme de los malos vicios. ¡Los amo!

A mis hermanas, Shendel y Areli, porque son mi motivación. Gracias por todos los momentos que hemos pasado juntos y por su apoyo incondicional. ¡Las amo!

A mi compañero y amigo Claudio, por el apoyo durante toda la carrera, por tantas risas y charlas motivadoras. Por ser un grandioso amigo y excelente compañero. ¡Porque juntos logramos este triunfo!

A mi asesor Francisco Javier García Osorio y al Ingeniero Armando Maldonado Susano, que sin su ayuda y conocimiento este trabajo de tesis no hubiera sido posible.

A todos ustedes, ¡Gracias!

Nieto Carmona Luis Geovanni

## Índice

---

Objetivo.....	3
Introducción.....	4
CAPÍTULO 1 - SITUACIÓN ACTUAL EN UN NIVEL MUNDIAL.....	6
1.1. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA .....	6
1.2. CANADÁ.....	7
1.3. JAPÓN.....	8
1.4. UNIÓN EUROPEA.....	9
1.5. BRASIL .....	11
1.6. COREA DEL SUR.....	13
2. CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO PARA MÉXICO .....	19
2.1. PREMCE .....	19
2.2. NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013 .....	20
2.3. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003.....	21
2.4. NMX-AA-11-1993-SCFI .....	22
2.5. CONTEXTO NACIONAL.....	23
2.5.1. Los autos más vendidos en México durante el año 2017.....	28
2.5.1.1. Nissan Versa.....	28
2.5.1.2. Chevrolet Aveo .....	29
2.5.1.3. Volkswagen Vento .....	29
2.5.1.4. Nissan March .....	30
2.5.1.5. Volkswagen Jetta .....	30
2.5.1.6. Nissan Sentra .....	30
2.5.1.7. Chevrolet Spark.....	31
2.5.1.8. Chevrolet Beat .....	31
2.5.1.9. Nissan Tsuru.....	31
2.5.1.10. Chevrolet Sonic.....	31
2.6. Inventario de tecnologías en México .....	38
2.6.1. Reducción de tamaño del motor ( <i>downsizing</i> ).....	39
2.6.2. Desactivación de cilindros .....	39
2.6.3. Inyección directa de gasolina (GDI) .....	40
2.6.4. Sistema <i>start-stop</i> .....	41
2.6.5. Sincronización de válvulas variable (VVT).....	41
2.6.6. Vehículos híbridos.....	42

2.6.7.	Tipos de transmisiones .....	42
2.6.7.1.	Manual.....	43
2.6.7.2.	Automática .....	44
2.6.7.3.	Transmisión continuamente variable CVT ( <i>continuous variable transmittion</i> ) .....	44
2.6.7.4.	Semiautomática.....	45
2.6.7.5.	Doble embrague .....	45
3.	CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE- MÉTODOS DE PRUEBA.....	47
3.1.	Unión Europea (UE).....	48
3.1.1.	NEDC (New European Driving Cycle) .....	48
3.1.2.	WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures) .....	50
3.1.3.	RDE (Real Driving Emissions) .....	52
3.2.	Ciclos de prueba de los EE. UU.....	53
3.2.1.	FTP-72 (UDDS).....	53
3.2.2.	FTP-75 .....	53
3.2.3.	EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET).....	55
3.2.4.	SFTP-SC03 (Supplemental Federal Test Procedure) .....	56
3.2.5.	SFTP-US06 .....	57
3.3.	JAPÓN.....	58
3.3.1.	Modo 10.....	58
3.3.2.	Ciclo Modo 10-15.....	59
3.3.3.	Ciclo JC08 .....	59
3.4.	México.....	61
4.	CAPITULO 4 - PROPUESTAS PARA MÉXICO.....	64
	CONCLUSIONES.....	74
	Tabla de ilustraciones .....	76
	Tabla de gráficas .....	78
	Tablas de referencia.....	78
	Referencias bibliográficas .....	79
	Anexo 1 .....	82
	NORMA Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, Emisiones de bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos. ....	82



## Objetivo

---

Analizar las normas de eficiencia energética de los vehículos ligeros, revisar las tecnologías vehiculares y los métodos de prueba para conocer los rendimientos de combustible, y proponer mejoras a la norma vigente en México.

## Introducción

---

En este trabajo de investigación se presenta un análisis acerca de la eficiencia energética en vehículos ligeros nuevos, es decir vehículos con un peso bruto menor a 3 857 kilogramos que de acuerdo con la norma vigente en México NOM-042-SEMARNAT-2003, utilizan como fuente de energía gasolina. Teniendo como fundamento principal la norma NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013 en la cual se describe la metodología para el cálculo de los promedios corporativos meta y emisiones de bióxido de carbono y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, se propone una mejora a la norma, debido a que la vigencia de la misma concluyó en el año 2016, manteniendo los mismos parámetros en los dos años posteriores (2017 y 2018).

Una Norma Oficial Mexicana (conocida por sus siglas como NOM), es una herramienta que permite al gobierno mexicano evaluar el desempeño de un producto o préstamo de servicio, con el fin de brindar confianza y seguridad al consumidor. Las NOM's están fundamentadas en los resultados de pruebas realizadas en laboratorios acreditados conforme a la LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN, con base en lo anterior el cumplimiento de las normas es obligatorio.

Por otra parte, el cuidado de nuestro planeta es un tema primordial, conocido y puesto en práctica a nivel mundial, ya que vivimos en una de las etapas más graves de cambio climático, debido a la contaminación causada por el hombre.

Actualmente, el diseño en los automóviles ha mejorado notablemente con el paso de los años, no solo en materia de confort o potencia en el motor, sino brindando mejores opciones tecnológicas en ahorro de combustible y disminución de niveles en emisiones contaminantes.

En México, el uso del automóvil es un medio que facilita el traslado de las personas, sin embargo, actualmente se cuenta con una flota vehicular de 29,989,758, lo cual incrementa el tránsito sobre las avenidas y, por lo tanto, aumentan las emisiones contaminantes. La eficiencia energética y las emisiones contaminantes en los vehículos ligeros son un tema primordial, sabiendo esto, se presenta un catálogo de tecnologías que abarca las características de los automóviles tanto en nuestro país como en el extranjero, las cuales nos permiten obtener beneficios a la eficiencia energética, conociendo que para elegir un buen auto, no solo se debe basar en la estética o gusto por el mismo, sino que se deben tener en cuenta factores tales como: las emisiones contaminantes que genera, el rendimiento de combustible, la seguridad proporcionada entre muchos otros parámetros.

El uso de vehículos ligeros para transporte personal, con el paso de los años ha cobrado una mayor relevancia principalmente en las grandes ciudades del país. Se

observa que la flota de vehículos creció en un periodo no mayor a 10 años; y a medida que incrementan las unidades en circulación, la cantidad de emisiones contaminantes aumenta, provocando severos problemas de salud a la población y medio ambiente en general.

De seguir esta tendencia, en el año 2050 se prevé que el número de vehículos se triplique y con ello las emisiones generadas por los vehículos poniendo en riesgo la vida de los seres vivos y el medio ambiente que los rodea, así como las reservas de combustible (petróleo). Según datos del INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) de 1990-2015 el gas más relevante en nuestra nación es el bióxido de carbono con 71%, del cual el 64% corresponde al consumo de combustibles en el transporte vehicular. México contribuye con el 1.6% de los gases de efecto invernadero a nivel mundial, obteniendo un puesto importante entre los países con mayor porcentaje de contaminantes emitidos.

Como una parte de la solución, ante este problema se plantea mejorar el rendimiento de combustible, es decir, reducir el consumo de combustible por kilómetros recorridos, obteniendo como consecuencia la disminución de gases de efecto invernadero al implementar mejor tecnología en los motores a gasolina.

En el mundo, países como Estados Unidos de América, Japón, y los miembros de la Unión Europea establecen normas para mejorar el desempeño de combustible vehicular en sus flotas. Para el caso de México el órgano encargado de regular el consumo de energético en combustible y emisiones generadas por los vehículos es SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) por medio de la NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, acompañado por la Secretaría de Economía y la Secretaría de Energía (por medio de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía)

Cabe destacar que las emisiones no se dan de manera uniforme para todos los automóviles, puesto que cada vehículo tiene diferentes especificaciones (tamaño de motor, relación de compresión, etc.) y por ende valores distintos de rendimiento energético, por ejemplo. Para reducir el índice de emisiones contaminantes se requiere del avance tecnológico vehicular, el cual brinda mejoras al rendimiento de combustible.

En este trabajo se conocerá la situación actual que brinda la industria automotriz respecto de las emisiones (CO<sub>2</sub>) y el rendimiento de combustibles, así como la forma de medirlos. Se analiza el caso mexicano, sus normas y las propuestas para contar con una mejor normatividad.

## CAPÍTULO 1 - SITUACIÓN ACTUAL EN UN NIVEL MUNDIAL

---

Actualmente diferentes países del mundo miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sostienen un reto por contrarrestar los efectos del cambio climático, para ello existen diversos protocolos como el de Kioto o el Acuerdo de París, los cuales establecen límites permisibles de emisiones contaminantes principalmente de CO<sub>2</sub> como factor principal, debido a que es uno de los causantes del calentamiento global, generando el efecto invernadero. Como resultado de estos acuerdos internacionales los países con mayor cantidad de emisiones contaminantes se han comprometido a bajar sus índices de contaminación, entre estos destaca México con un porcentaje de 1.6% de emisiones contaminantes, ocupando el noveno lugar a nivel mundial.

Incorporar una mejor flota vehicular que emita gases de efecto invernadero en niveles mínimos encamina el desarrollo de mejores tecnologías para uso vehicular, es decir, tecnologías que aprovechan de mejor manera el combustible en el motor del automóvil. Países como Estados Unidos de América o los integrantes de la Unión Europea instituyen organizaciones encargadas de vigilar, regular y actualizar normas vehiculares para un uso eficiente del combustible en sus diferentes tipos como diésel, gasolina (benzina), gas LP, etc.

Diversas naciones han emitido normas que regulan CO<sub>2</sub> y rendimiento de combustible, enseguida se presentan las más relevantes.

### 1.1. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission and Corporate Average Fuel Economy Standards.

En este país el órgano encargado de esta regulación dedicada al uso eficiente del combustible es la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) a través del CAFE (Corporate Average Fuel Economy), cuyos protocolos son publicados en el "Register Federal" (Diario Oficial de Estados Unidos).

La metodología de cálculo de emisiones y rendimiento es administrada por EPA (Environmental Protection Agency), y entregados los valores a NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) para el cumplimiento de CAFE, proponiendo factores de emisiones contaminantes. EPA es la organización encargada de establecer las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub> para vehículos ligeros mientras que la NHTSA establece el rendimiento de combustible bajo CAFE. Su principal objetivo es reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y gases de efecto invernadero provenientes de las emisiones de escape de un vehículo y a su vez contribuye a mejorar la eficiencia energética en los mismos. Con ello se logra un avance en materia de tecnología vehicular.

Esta norma es aplicable para vehículos de pasajeros y camionetas cuyo modelo va de 2017 a 2025, en la cual se establecen los límites mínimos permisibles de

emisiones y rendimiento de combustible. Bajo esta norma, los fabricantes de vehículos ligeros podrán continuar con la creación de distintas gamas de sus automóviles, pero teniendo en cuenta los requisitos que se emiten en la misma. Se espera que durante los siguientes años disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero en 2 mil millones de toneladas métricas con los vehículos ligeros producidos en el periodo MYs<sup>1</sup> 2017-2025. EPA establece los estándares requeridos para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, estimando que para el año 2025 en promedio llegue a 163 gramos/milla de dióxido de carbono, o en su equivalente a 54.5 millas por galón. La NHTSA desarrolló dos fases de estándares para vehículos de pasajeros y camionetas ligeras. El primero comprende de MYs 2017-2021 en el cual se pretende en promedio que la flota vehicular cumpla con un rango de 40.3-41.0 millas por galón en modelos 2025. La segunda fase abarca un periodo de MYs 2022-2025 con estándares promedio para la flota vehicular en un rango de 48.7-49.7 mpg en modelos 2025, aunque estos estándares no son los finales. Los estándares de EPA de CO<sub>2</sub> son estimados debido a la sombra generada, es decir, la distancia longitudinal entre los ejes traseros y delanteros, multiplicada por la distancia transversal promedio medida entre los puntos medios de cada llanta. Estados Unidos es uno de los países con más emisiones contaminantes; contribuye con el 14.4% en cuanto a gases de efecto invernadero.

## 1.2.CANADÁ

Con una flota vehicular amplia, Canadá promedia por cada dos habitantes un vehículo circulando en su extensión territorial; siendo la ciudad de Vancouver la de mayor índice de vehículos en tránsito al ocupar el puesto número 20 entre las ciudades con mayor congestión vehicular. Bajo esta situación surge como necesidad, regular el consumo de combustible para cada fabricante de vehículos. Los antecedentes surgen desde la aprobación de la “Ley de Normas de Consumo de Combustible para Vehículos Motorizados” en el año de 1982. Actualmente, el rendimiento de combustible para este país es calculado de manera muy similar al realizado en EUA, es decir, se basa en el promedio ponderado.

El Consumo Promedio de Combustible por Empresa (CAFC, por sus siglas en inglés), es un número promedio, el cual determina el consumo de combustible para una empresa dedicada a la industria automotriz, esto incluye todos los vehículos fabricados para el mercado canadiense.

El CAFC sigue como estándar al Promedio de Rendimiento de Combustible por Empresa (CAFE), estableciendo los parámetros de acuerdo con el tamaño de la sombra del vehículo.

Este número es calculado de manera anual preferentemente por el gobierno en su dependencia denominada “Oficina de Transporte de Canadá” con ayuda de la industria automotriz, en su “Programa de Consumo de Combustible” estableciendo una meta máxima, representando de esta forma el CAFC para vehículos ligeros nuevos. Existen dos metas de CAFC, una para vehículos de pasajeros (autos) y otra para camiones ligeros (camionetas). La unidad de medida para el rendimiento de

---

<sup>1</sup> Model-Year (Año-Modelo)

combustible se realiza en litros por cada 100 kilómetros, señalando como un vehículo ligero aquel que muestra las siguientes características:

- 1- Vehículo diseñado para ser conducido no necesariamente por una fuerza del tipo muscular, haciendo una excepción para vehículos con diseño sobre rieles
- 2- Un peso menor a 8501 libras (3855.989 kilogramos)

La ley original cambia para el año 2010 cediendo el lugar a las “Regulaciones de Emisión de Gases de Efecto Invernadero para Automóviles de Pasajeros y Camiones Ligeros”

El principal objetivo de la norma canadiense dedicada a vehículos ligeros es la reducción de gases de efecto invernadero siguiendo los lineamientos asignados por CAFE, y definiendo una base en materia de tecnología vehicular, así como también la determinación en procedimientos de prueba que regulen los contaminantes, principalmente el CO<sub>2</sub> como agente dañino de la capa de ozono. Con base en lo anterior se emitió un comunicado en la gaceta de Canadá (Diario Oficial de gobierno de Canadá) el día 1 de abril de 2010, el cual indica que Estados Unidos de América y Canadá, en materia de gases de efecto invernadero de los vehículos nuevos, realizarán normas en común, logrando con ello un avance en materia de normatividad en un ambiente internacional.

En septiembre del año 2014, Canadá aprobó el “Reglamento que modifica el Reglamento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Automóviles de Pasajeros y Camiones Ligeros (2017-2025)” alineando estándares con los Estados Unidos de América, el cual establece de manera anual normas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero promedio, siendo cada año más estrictas que el año anterior, y basado en el tipo de prueba FTP (Procedimiento de Prueba Federal) de los EUA. Se destaca de manera importante que, si un vehículo lleva la etiqueta de emisiones emitida por EPA quedan totalmente cubiertos los estándares de certificación, sin necesidad de ser corroborado por los estándares canadienses.

### 1.3.JAPÓN

Esta nación es una de las principales exportadoras de vehículos a nivel mundial, manteniendo una industria manufacturera vehicular sólida y fuerte ante cualquier mercado, y ganando el respeto y confianza de los usuarios basada en su competitividad internacional. Las regulaciones en Japón para el rendimiento de combustible en vehículos son parte de la “Ley de Conservación de Energía”; esta ley es adoptada a partir del año de 1976, modificada y actualizada en diferentes ocasiones y no fue sino hasta 1985 cuando se aplicó para vehículos de gasolina.

En el año de 1999 es creado el programa denominado “Top Runner” estableciendo estándares de economía para vehículos ligeros y medianos, basadas en el peso bruto del automóvil por debajo de los 3 500 kilogramos, expresando la eficiencia de combustible en kilómetros por litro de combustible [km/L]. EL programa identifica a los vehículos más eficientes en su categoría de acuerdo con su peso, de esta manera los vehículos de cada categoría deben cumplir el objetivo en un lapso de entre tres y diez años, a ello se le denomina el corredor superior o Top Runner, fijando una meta por cumplir para cada manufacturera de este país.

Los estándares de Japón eran los siguientes:

En el año de 1999 se fijó un objetivo promedio en vehículos ligeros de 15 [km/L] a cumplirse para el año de 2010. Para el año de 2007 el objetivo cambio a 16.8 [km/L] a cumplir para el año 2015.

Actualmente el gobierno japonés estableció el promedio para el año 2020 en 20.3 [km/L], basado en el método de prueba JC-08. Con base en lo anterior se considera que Japón tiene una de las flotas vehiculares más eficiente y liviana del mundo, realizando el cumplimiento de su meta en años anteriores a la fecha prevista por el programa.

La norma vigente para este país contempla un promedio corporativo, donde los fabricantes pueden añadir vehículos del tipo eléctrico e híbridos para ayudar en el cumplimiento de la meta. Se establece un programa de etiquetado, el cual ayuda a los clientes a identificar el cumplimiento de la norma en materia de eficiencia de combustible, así como también de emisiones contaminantes.

#### 1.4.UNIÓN EUROPEA

En 1988 en la Unión Europea aparece la Euro 0, que fue la primera norma de emisiones, la cual hacía referencia a los límites máximos de emisiones contaminantes provenientes del tubo de escape de automóviles ligeros y vehículos pesados. Desde la creación de la Euro 0, los vehículos vendidos en Europa eran obligados a cumplir con los objetivos propuestos en la misma. Poco a poco han ido cambiando las normas, dando paso así a la Euro 1,2,3,4,5 y 6, cada vez estableciendo límites más estrictos.

Actualmente la Euro 6, propuesta desde el 2014, es la norma vigente para vehículos ligeros y vehículos pesados.

El objetivo principal de la Euro es la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, con lo cual se exige a los fabricantes de vehículos reducir el consumo de combustible.

La Comisión Europea exigió por primera vez el cumplimiento de las normas de emisiones para los automóviles nuevos en 2009, para reducir los gases de efecto invernadero.

En la Unión Europea aproximadamente el 12% de las emisiones de CO<sub>2</sub> son producidas por los automóviles, mientras que aproximadamente el 25% de gases de efecto invernadero son generados por el transporte. La legislación de la UE establece objetivos que deben de cumplirse de manera obligatoria para que se reduzcan las emisiones contaminantes y para que cada productor de automóviles pueda mejorar el uso eficiente del combustible y así aumentar el rendimiento de los vehículos nuevos vendidos en el mercado. El objetivo de la Unión Europea ayudará en gran parte a reducir las emisiones puesto que varios países se regulan con base en los estándares europeos.

Los límites permitidos en la Unión Europea para emisiones se calculan a partir del peso bruto del vehículo. Se usa una curva que establece un valor límite permisible para los automóviles, el cual se debe de cumplir por la flota vehicular de autos nuevos. Los autos más pesados tienen emisiones más altas en comparación con los autos más ligeros.

Los fabricantes de vehículos deben adaptar nuevas formas para poder cumplir con los objetivos establecidos, permaneciendo por debajo de la curva de valor límite.

Tendrán que demostrar que los vehículos nuevos vendidos disponen de la homologación de acuerdo con lo establecido en el Reglamento y así mismo las medidas de aplicación.

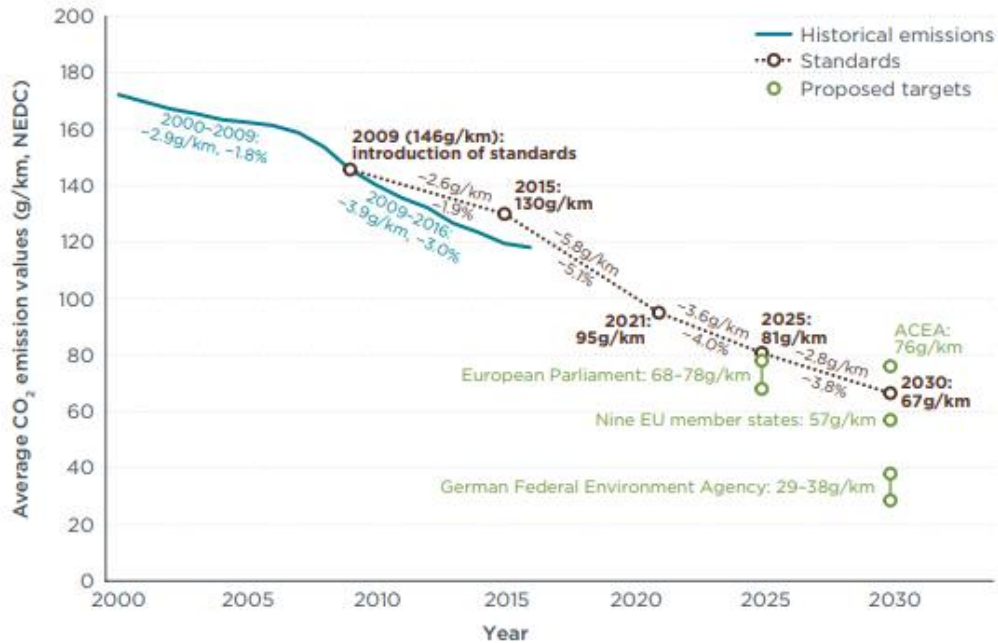
En 2016 las emisiones promedio generadas por un automóvil nuevo fueron de 118.1 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro (g CO<sub>2</sub> / km), un número menor que en 2015, siendo de 130g. Las emisiones con el paso de los años debían de ir disminuyendo y de la misma manera, el consumo de combustible debía de ir bajando. Para los objetivos del 2015, el consumo de combustible corresponde a 5.6 litros por 100 km (5.6 l / 100 km) de gasolina.

Para el año 2021, se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reduzcan significativamente, puesto que el objetivo a cumplir para la flota vehicular de automóviles nuevos es de 95 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro. En números de consumo de combustible será alrededor de 4.1 l/100km de gasolina. La comisión europea señala que se han disminuido en promedio 22g de CO<sub>2</sub> / km (16%) desde el 2010. Para el 2021 se habrán reducido un 40% aproximadamente de emisiones en comparación con las emisiones permitidas generadas en 2007 de 158,7 g / km.

A partir del año 2015 todos los autos debieron cumplir con valores menores a los establecidos en la curva de valor límite de emisiones permitidas y en 2021, el 100% de los vehículos nuevos deben de cumplir.

Al igual que varios países, si se exceden las emisiones por encima de las establecidas hay cargos por exceso de emisiones y se debe de pagar por cada vehículo registrado.





**Figure 1.** Historical average CO<sub>2</sub> emission values, standards, and proposed targets for European passenger cars, all in NEDC. Rates in g/km and percent refer to annual rates.

**Gráfica 1. Objetivos para los vehículos de pasajeros en Europa de emisiones de CO<sub>2</sub>, basados en el ciclo de prueba NEDC (New European Driving Cycle)**

En la grafica anterior se puede observar como poco a poco el promedio de emisiones ha ido disminuyendo al pasar de los años y en un futuro se prevé que los valores maximos permitidos sigan disminuyendo.

### 1.5. BRASIL

Desde años atrás Brasil se ha preocupado por el rendimiento de combustible, así como también las emisiones contaminantes, en este país existen diferentes combustibles utilizados en vehículos, destacando el gas natural como nuevo sector energético implementado a inicios del siglo XXI, de igual forma el alcohol tomó una relevancia importante para este país. En Brasil alrededor del 92% de combustibles derivados del petróleo son utilizados únicamente para el sector de transporte.

En los años ochenta, se desarrolló el "Programa de Economía de Combustible (PECO)" en colaboración con el gobierno y las empresas automotrices. Los valores del PECO eran asignados por las empresas, pero por motivos de una baja en los precios del petróleo este programa se suspendió en el año de 1987; entre las acciones más destacadas por este programa fue el surgimiento de la ABNT NBR 7024 "Medición del Consumo de Combustible de Vehículos de Carreteras Automotores Ligeros". Esta Norma establece el método para la medición del consumo de combustible de vehículos de carretera, automotores ligeros con motores de combustión interna mediante ciclos de conducción desarrollados en el dinamómetro de chasis, que simulan el uso del vehículo en el tránsito urbano, ABNT NBR 6601, y en carretera, según el ciclo descrito por este país.

En 1991 se crea el CONPET (Programa Nacional de Racionalización del Uso de los Derivados de Petróleo y del Gas Natural), establecido por Petrobras<sup>2</sup> cuyos objetivos son el uso eficiente de combustible, agregando a los vehículos ligeros como un factor importante. Actualmente en su portal de Internet, CONPET muestra una visualización de etiquetado para cada vehículo, destacando entre otros aspectos el rendimiento de combustible, emisiones contaminantes; clasificando la eficiencia energética vehicular de "A" como el más eficiente hasta "E" clasificado como el menos eficiente. La clasificación vehicular en Brasil se basa en el peso del vehículo.

Objetivos 2006-2020

	2006-2011	2012-2015	2016-2020
<b>Estructura</b>	Basado en desplazamiento	Basada en peso	Basada en peso
<b>Alcance</b>	Vehículo de pasajeros	Vehículo de pasajeros	Vehículo de pasajeros y camioneta
<b>Fase en</b>	-	100% en 2015	100% para 2020
<sup>1</sup> <b>economía de combustible</b>	≤ 1500 cc: 12.1 km / L (193.0 gCO <sub>2</sub> / km)	16.7 km / L (140 gCO <sub>2</sub> / km)	Automóviles de pasajeros: 24.1 km / L (97 gCO <sub>2</sub> / km)
<sup>2</sup> <b>(emisiones de GEI)</b>	> 1500 cc: 9.4 km / L (249.3 gCO <sub>2</sub> / km)		Camiones ligeros: 14.1 km / L (166 gCO <sub>2</sub> / km)
<b>Notas:</b>			
1 Los fabricantes de automóviles pueden elegir cumplir con la economía de combustible o el estándar de emisión de GEI. El valor de economía de combustible se convierte en equivalente de gasolina a partir de gCO <sub>2</sub> / km.			
2 Las emisiones de GEI actualmente incluyen solo emisiones de CO <sub>2</sub> .			

#### Ilustración 1. Objetivos con el paso del tiempo en Brasil.

De esta se definen los valores de consumo y etiquetado. En algunas ocasiones también se utiliza la capacidad del motor, pero es más común la clasificación de acuerdo con el peso del vehículo.

La norma ABNT NBR 7024 muestra el ensayo de los ciclos de conducción urbana y rural, basada en estándares internacionales, es decir, también contempla factores de emisiones contaminantes, con base en lo anterior señalado es posible representar los valores de combustible por los fabricantes. Con ayuda de la norma NBR-6601<sup>3</sup> para emisiones se obtiene un control de los gases de efecto invernadero, al realizar mejoras en tecnologías al motor y con ello reducir emisiones, en base a esto se mejora el rendimiento de combustible en su parque vehicular.

En el año 2012 por decreto presidencial se estableció un programa para incentivar la tecnología, eficiencia energética y contribuir con la protección del medio ambiente, en los vehículos. Este programa tiene por objetivo mejorar la eficiencia energética como prioridad, mejorando en un 12% en el año 2017 respecto del año

<sup>2</sup> Petróleo Brasileiro S.A.

<sup>3</sup> ABNT NBR 6601 Vehículos de carretera automotores ligeros- Determinación de hidrocarburos, monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y material particulado en el gas de escape.

en que se estableció el programa, alcanzando un promedio corporativo mínimo, obteniendo como beneficio para la industria automotriz un descuento del 30% en pago de impuestos IPI (Impuesto sobre Productos Industrializados) aplicable para vehículos fabricados entre los años 2013-2017. Con ello Brasil mejoró el rendimiento de combustible para vehículos.

#### 1.6.COREA DEL SUR

Esta nación es una de las cinco principales productoras de automóviles, asimismo ocupa el séptimo lugar en la lista de los principales países emisores de CO<sub>2</sub> generando el 1.75% de este gas en el mundo, de este valor el 21% de CO<sub>2</sub> es generado por los vehículos en esta nación. En el año de 2005 Corea del Sur anunció el programa “Average Fuel Economy (AFE)”, estableciendo objetivos claros sobre economía de combustible, exigiendo a los fabricantes cumplir con el requisito al año posterior, aplicado para vehículos de fabricación nacional y en 2009 se aplicó para vehículos de origen importado.

Las normas de economía de combustible son reguladas y actualizadas por KEMCO (Corporación de Gestión de Energía de Corea) basadas en el peso bruto del vehículo de hasta 3 500 kilogramos en unidades de km/L a partir del año 2012 a la fecha. Anterior a este año, se basaba en el desplazamiento del motor (cc), menores a 1 500 centímetros cúbicos debían alcanzar la meta de 12.4 km/L y mayores a 1 500 cc con una eficiencia de 9.6 km/L.

A partir de 2009, los vehículos a gasolina y gas están sujetos al sistema promedio de la flota NMOG<sup>4</sup> de California, este programa ayuda a las empresas automotrices a tener una amplia variedad de vehículos, pero es requisito que se cumplan las emisiones en promedio. En este se anunció el “Plan Quinquenal para el Crecimiento Verde” donde se obliga a los vehículos nuevos a cumplir una meta de eficiencia de combustible de 16,7 km/L o 140 g de CO<sub>2</sub>/km por año equivalente a gasolina.

Por su parte desde 2014, los vehículos diésel están sujetos bajo los estándares de la Euro 6. Así mismo se anunció el “Promedio de Emisiones de GEI y las normas de economía de combustible para vehículos livianos (MY 2020)”.

Los objetivos para 2020 expuestos por Corea del Sur requieren automóviles con una exigencia en cuanto a rendimiento de combustible de 24,1 km/L o un GEI de 97 g/km en vehículos ligeros basados en el ciclo de prueba CVS-75 y HWFET, reduciendo un 31.1% el consumo de combustible respecto a 2013. Para camiones ligeros se tiene previsto un ahorro del combustible del 15.2%, basado en un 14,1 km/L o 166 g/km equivalente en gasolina.

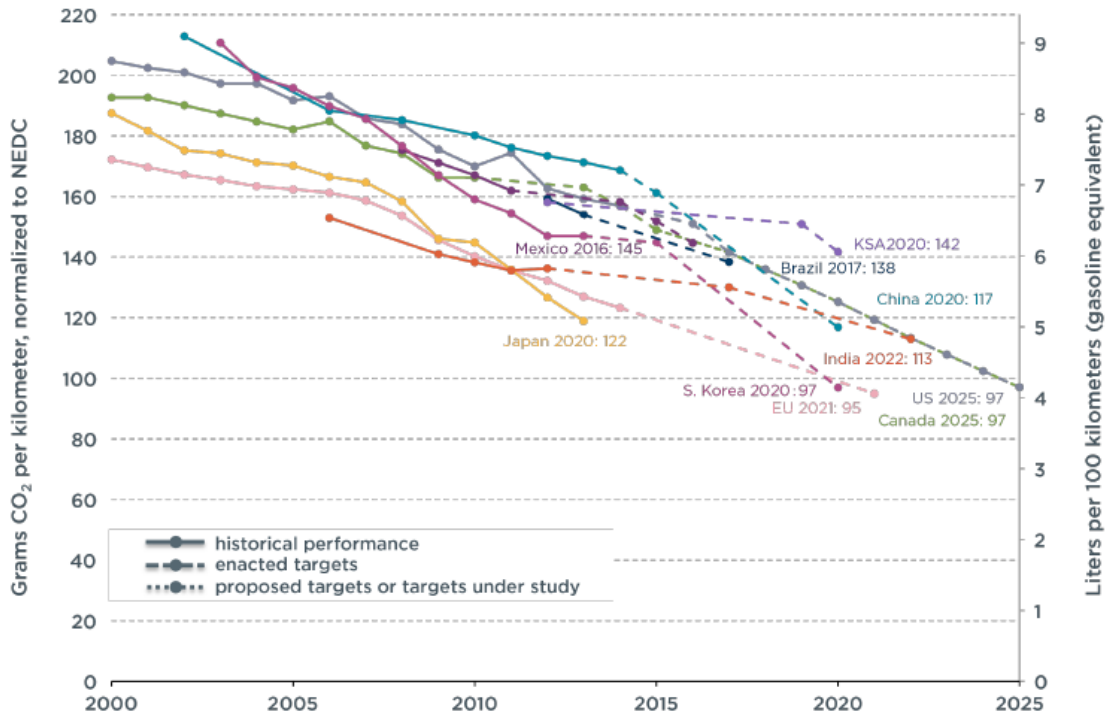
---

<sup>4</sup> non-methane organic gases

**Tabla 1. Especificaciones para autos ligeros en diferentes países.**

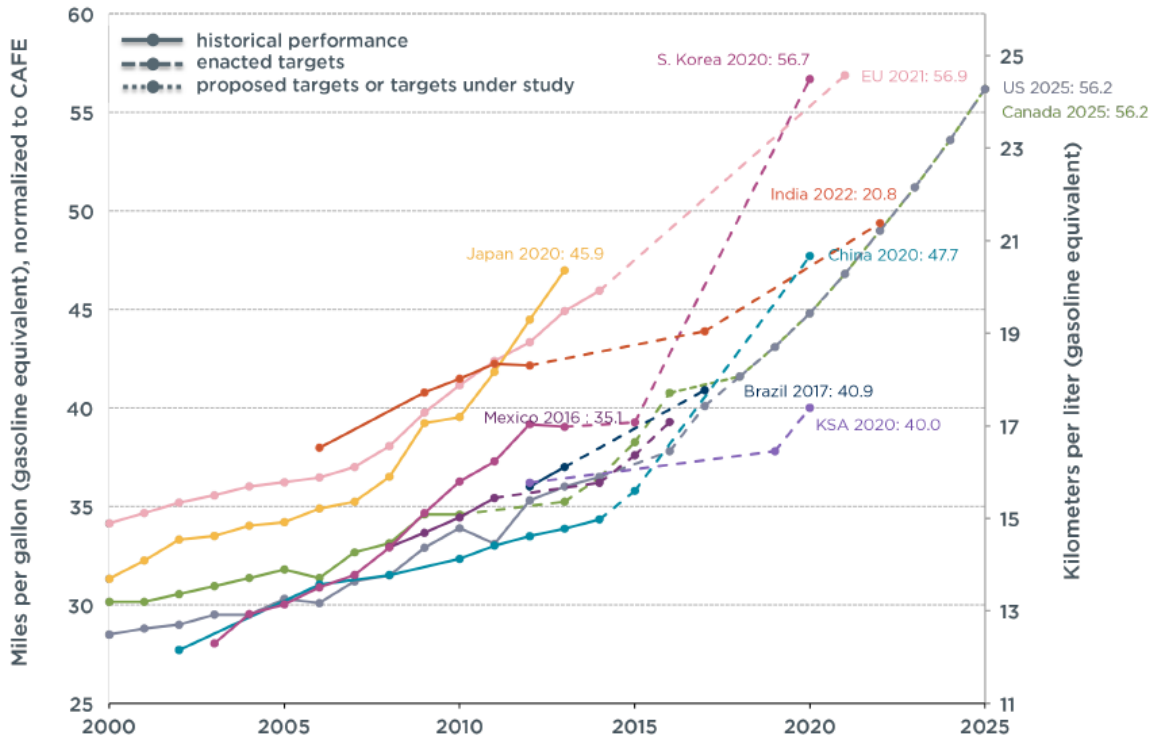
País	Año objetivo	Objetivo a cumplir	Objetivo	Ciclo de prueba
Brasil	2017	1.82 MJ/km	Basado en el peso	Combinado de Estados Unidos
Canadá	2016-2025	217 gCO <sub>2</sub> /mi	Basado en la sombra	Combinado de Estados Unidos
Unión Europea	2015-2012	6.9 L/ 100km	Basado en el peso	NEDC
Japón	2015-2020	16.8 km/L 20.3 km/L	Basada en el peso	JC08
México	2016	39.3 mpg o 140 g/km	Basada en la sombra	Combinado de Estados Unidos
Corea del sur	2015-2020	17 km/L o 140 gCO <sub>2</sub> /km 24 km/L o 97 gCO <sub>2</sub> /km	Basada en el peso	Combinado de Estados Unidos
Estados Unidos de América	2016-2025	36.2 mpg y 225 gCO <sub>2</sub> /mi 55.2 mpg y 147 gCO <sub>2</sub> /mi	Basada en la sombra	Combinado de Estados Unidos

Como podemos observar en la tabla anterior, se muestra el método utilizado para los objetivos de la curva le valores máximos permisibles, así mismo, nos muestra el año al cual están actualizados los objetivos de emisiones y rendimiento de combustible.



**Gráfica 2. Emisiones de CO<sub>2</sub> de algunos países.**

En esta gráfica se muestra la reducción histórica de emisiones de CO<sub>2</sub> en diferentes naciones, así como también sus objetivos a corto y mediano plazo, destacando de manera importante países como Estados Unidos de América, Canadá, Corea del Sur y la Unión Europea como principales actores en la reducción de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, México cumplió sus objetivos hasta el año 2016, sin tener una actualización en la reducción de gases de efecto invernadero para años posteriores.

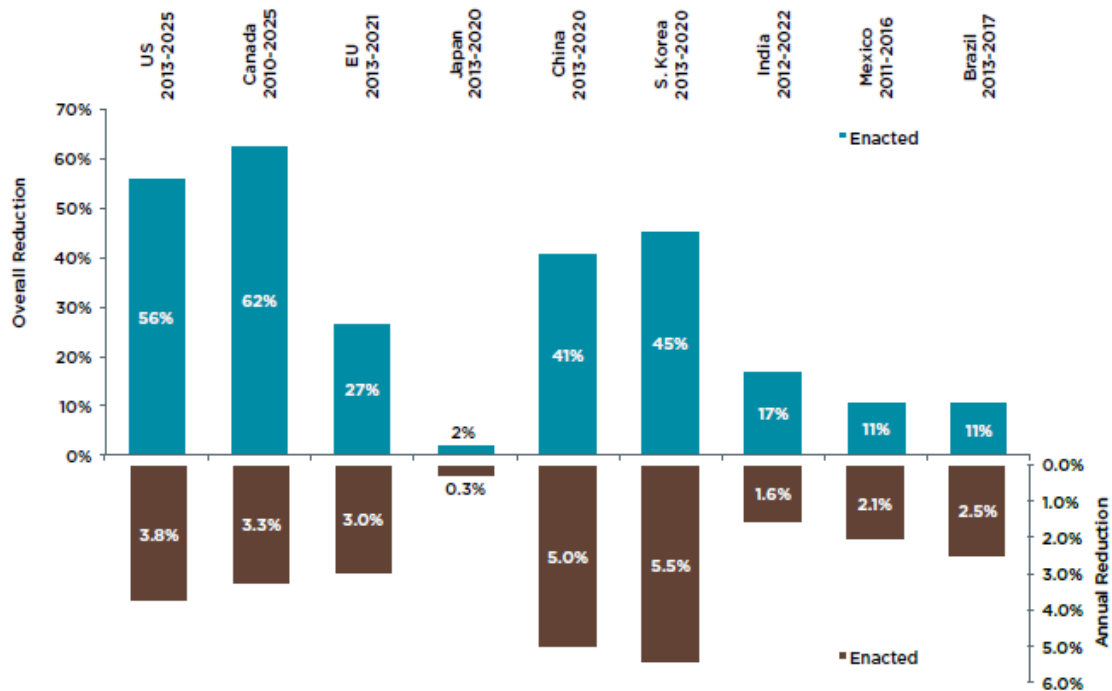


**Gráfica 3. Rendimiento de combustible en diferentes países.**

En el gráfico anterior se muestra el incremento sobre rendimiento de combustible evaluado en diferentes países, de la misma manera, se comparan los objetivos a cumplir de varias naciones y su trayectoria a lo largo del tiempo.

Cabe destacar que, en la India, el programa de eficiencia de combustible fue implementado hasta años posteriores al 2005, sin ningún antecedente en este rubro. Sus objetivos poco a poco han ido incrementando de manera progresiva comparado con otras naciones en un lapso menor, logrando aumentar el rendimiento energético y disminuyendo las emisiones.

Nuevamente encontramos que México implementó su programa de eficiencia de combustible hasta el año 2016, desde esa fecha, no se ha tenido un objetivo claro para mejorar la eficiencia en sus vehículos ligeros.



**Gráfica 4. Reducción de emisiones contaminantes**

Se observa de la gráfica anterior una comparación en base a la reducción de emisiones contaminantes de manera anual para varios países (color marrón) determinado por un porcentaje, así mismo el porcentaje total en un tiempo determinado para cada nación (color azul), tomando en cuenta sus objetivos particulares a futuro.

En la siguiente tabla se muestran los países que produjeron la cantidad de 93 millones de vehículos, cabe destacar que 73 millones son automóviles y la parte restante pertenece a los vehículos comerciales. Países como China, Japón, Alemania, Corea del Sur, India y EUA son los líderes en la producción de vehículos.

Tabla 2. Producción de vehículos automotores e incremento de 2016 al 2017.

### Estadísticas de Producción de Vehículos Automotores 2017

País	Automóviles	Vehículos comerciales	Total	% Δ
Alemania	5,645,581	0	5,645,581	-1.76%
Argentina	203,700	268,458	472,158	-0.13%
Australia	88,195	10,437	98,632	-38.85%
Austria	81,000	18,880	99,880	-8.98%
Bélgica	336,000	43,140	379,140	-5.08%
Brasil	2,269,468	430,204	2,699,672	25.20%
Canadá	749,458	1,450,331	2,199,789	-7.21%
China	24,806,687	4,208,747	29,015,434	3.19%
República Checa.	1,413,881	6,112	1,419,993	0.00%
Egipto	9,970	26,670	36,640	1.13%
Finlandia	91,598	0	91,598	90.83%
Francia	1,748,000	479,000	2,227,000	6.54%
Hungría	502,000	3,400	505,400	-4.01%
India	3,952,550	830,346	4,782,896	5.83%
Indonesia	982,356	234,259	1,216,615	3.30%
Irán	1,418,550	96,846	1,515,396	18.19%
Italia	742,642	399,568	1,142,210	3.53%
Japón	8,347,836	1,345,910	9,693,746	5.31%
Malasia	424,880	35,260	460,140	-15.62%
Marruecos	341,802	34,484	376,826	9.00%
México	1,900,029	2,168,386	4,068,415	13.00%
Países Bajos	155,000	2,280	157,280	74.97%
Polonia	514,700	175,029	689,729	1.16%
Portugal	126,426	49,118	175,544	22.68%
Romania	359,240	10	359,250	-0.02%
Rusia	1,348,029	203,264	1,551,293	19.01%
Serbia	79,360	552	79,912	-0.51%
Eslovaquia	1,001,520	0	1,001,520	-3.70%
Eslovenia	189,852	0	189,852	42.00%
Sudáfrica	321,358	268,593	589,951	-1.51%
Corea del Sur	3,735,399	379,514	4,114,913	-2.69%
España	2,291,492	556,843	2,848,335	-1.30%
Suecia	226,000	0	226,000	10.04%
Taiwán	230,356	61,207	291,563	-5.80%
Tailandia	818,440	1,170,383	1,988,823	2.28%
Turquía	1,142,906	552,825	1,695,731	14.12%
Ucrania	7,296	2,246	9,542	81.27%
Reino Unido	1,671,166	78,219	1,749,385	-3.70%
Estados Unidos	3,033,216	8,156,769	11,189,985	-8.13%
Uzbekistán	140,247	0	140,247	59.10%
Otros	536,725	221,947	758,672	16%
<b>Total</b>	<b>73,456,531</b>	<b>23,846,003</b>	<b>97,302,534</b>	<b>2.36%</b>

Fuente: Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, OICA, 2012



## 2. CAPÍTULO 2 - DIAGNÓSTICO PARA MÉXICO

---

México está comprometido a regular las emisiones contaminantes producidas por la flota vehicular. Las normas de emisiones contaminantes ayudan en gran medida a regular los gases contaminantes provenientes del tubo de escape de los automóviles. México es de los países con niveles bajos de rendimiento de combustible en autos nuevos.

Enseguida se presenta el marco normativo vehicular relacionado con emisiones y rendimiento de combustible.

### 2.1. PREMCE

En 1981, en México, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Decreto que establece rendimientos mínimos de combustible para automóviles”, mejor conocido como PREMCE (Promedio de Rendimiento Mínimo de Combustible por Empresa), el antecedente de la actual norma 163.

En él se establecieron los niveles mínimos permisibles de rendimiento de combustible para los automóviles nuevos de fabricación nacional que incorporan motores a gasolina y las bases para la incorporación de partes o componentes que mejoren tales rendimientos y para la diversificación de las fuentes de energía por ellos utilizables.

Se necesitaba una reducción y regulación del consumo de combustibles derivados del petróleo, en especial la gasolina, puesto que es parte de una reserva no renovable en el país por lo que es necesario darle un buen uso, obtener un buen rendimiento y aprovechar de manera eficiente los recursos energéticos del país.

El rendimiento mínimo se calculaba durante un año modelo a partir del número de ventas proyectado por la empresa:

$$PREMCE = \frac{\sum^N [VPM(RC)]}{VTP}$$

Donde:

PREMCE= Promedio de rendimiento mínimo de combustible, por empresa, durante un año modelo, expresado en kilómetros por litro.

VPM= Volumen total proyectado de venta para cada modelo de automóvil

RC= Rendimiento combinado de combustible de cada modelo.

VTE= Volumen total proyectado de venta de automóviles por la empresa.

N= Número de modelos a producir por la empresa.

M= Sumatoria de los productos de todos los modelos.

## 2.2. NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013

El 21 de junio de 2013 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013 “Emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos”. Entró en vigor el 20 de agosto del mismo año. Su objetivo principal es establecer parámetros y una metodología para el cálculo de los promedios corporativos meta y observado de las emisiones de bióxido de carbono. Fue aprobada para disminuir las emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero y cumplir con los acuerdos establecidos por diferentes naciones.

La finalidad de esta es incrementar el rendimiento de combustible en autos no mayores a 3 857 kg, tomando vehículos de pasajeros y camionetas ligeras.

Las emisiones se expresan en gramos de dióxido de carbono por kilómetro [gCO<sub>2</sub>/km], así mismo, la equivalencia de las emisiones en términos de rendimiento de combustible, expresada en kilómetros por litro [km/l].

Esta norma es aplicable para vehículos automotores ligeros nuevos que utilizan gasolina o diésel como combustible y con un peso bruto vehicular que no rebase los 3 857 kilogramos.

La NOM 163 aplica para vehículos que se comercialicen en México y el año-modelo vaya de 2014 hasta 2016. Los vehículos con modelos posteriores a este periodo no están considerados en la norma, lo cual implica que los productores tendrán la posibilidad de no entregar los reportes correspondientes de su flota vehicular y de esa manera, causar un daño al medio ambiente.

Para la industria automotriz, existen un apartado en la norma en el cual se da acceso a créditos para el implemento de mejoras de tecnologías en los autos, para tener un eficiente rendimiento de combustible, todo esto a manera de incentivo.

Los beneficios más importantes que conlleva esta norma son: la reducción de gases contaminantes en cantidades amplias en beneficio al medio ambiente y un ahorro de energía en materia de combustible. Se obliga a que los vehículos cuenten con tecnologías nuevas para un mejor rendimiento del mismo. El acceso a más información de los vehículos para los consumidores será de gran ayuda a la hora de adquirir un automóvil.

El rendimiento combinado se calcula a través de un promedio ponderado de los rendimientos en ciudad y carretera, siendo para ciudad una ponderación de 55% y 45% para carretera.

Rendimiento combinado =  $0.55 * \text{Emisiones}_{\text{ciudad}} + 0.45 * \text{Emisiones}_{\text{carretera}}$

(Ver ecuación en Anexo 1).

### 2.3. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003

Esta norma establece los límites máximos permisibles en materia de hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), y demás partículas provenientes del escape de un vehículo nuevo, con peso bruto menor a los 3,857 kilogramos, cuya fabricación sea nacional o importada. Aplicable para aquellos vehículos que utilizan como combustible gasolina, gas natural, gas licuado y diésel.

El cumplimiento de la norma es efectuado mediante la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)

**Tabla 3. Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.**

Estándar de durabilidad a 80,000 km											
Estándar	Clase	CO g/km		HCNM g/km		NOx g/km		Part (1) g/km		HCev (2) g/prueba	
		gasolina, gas L.P. y gas natural	diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina y gas L.P.	diesel
A	VP	2.11		0.156		0.25	0.62	-	0.050	2.0	-
	CL1 y VU										
	CL2 y VU	2.74		0.200		0.44	0.62	-	0.062		
	CL3 y VU										
	CL4 y VU										
B	VP	2.11		0.099		0.249		-	0.050	2.0	-
	CL1 y VU										
	CL2 y VU	2.74		0.121				-	0.062		
	CL3 y VU										
	CL4 y VU										
C	VP	2.11		0.047		0.068		-	0.050	2.0	-
	CL1 y VU										
	CL2 y VU	2.11		0.087		0.124		-	0.062		
	CL3 y VU										
	CL4 y VU										

(1) Aplica sólo para vehículos a diesel.  
 (2) Aplica sólo para vehículos a gasolina y gas L.P.  
 Estándar **A**. Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2004 y hasta 2009 (ver Tabla 3).  
 Estándar **B**. Límites máximos permisibles para vehículos año modelo 2007 y hasta "Año 3" (ver Tabla 4).  
 Estándar **C**. Límites máximos permisibles aplicables a partir del "Año 1" y posteriores.

Tabla 4. Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.

Estándar de durabilidad a 100,000 km											
Estándar	Clase	CO g/km		HC g/km	HC + NOx g/km	NOx g/km		Part (1) g/km		HCev (2) g/prueba	
		gasolina, gas L.P. y gas natural	diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L.P. y gas natural	Diesel	gasolina y gas L.P.	Diesel
B	VP										
	CL y VU Clase 1	1.25	0.64	0.125	0.56	0.100	0.50	-	0.050	2.0	-
	CL y VU Clase 2	2.26	0.80	0.162	0.72	0.125	0.65	-	0.070		
	CL y VU Clase 3	2.83	0.95	0.200	0.86	0.137	0.78	-	0.100		
C	VP										
	CL y VU Clase 1	1.00	0.50	0.10	0.30	0.08	0.25	-	0.025	2.0	-
	CL y VU Clase 2	1.81	0.63	0.13	0.39	0.10	0.33	-	0.040		
	CL y VU Clase 3	2.27	0.74	0.16	0.46	0.11	0.39	-	0.060		

(1) Aplica sólo para vehículos a diésel.

VP: vehículo de pasajeros

VU: vehículo de uso múltiple o utilitario

CL 1: Camión ligero clase 1 cuyo peso es menor a 1,305 kg.

CL2: Camión ligero clase 2 cuyo peso es mayor a 1,305 kg y menor a 1,760kg.

CL3: Camión ligero clase 3 con peso mayor a 1,760 kg

#### 2.4. NMX-AA-11-1993-SCFI

Es una Norma Mexicana elaborada en colaboración con el sector industrial automotriz y el gobierno de México, en ella, se establece el método de prueba para evaluar emisiones de escape en vehículos nuevos que utilizan gasolina como combustible con un peso bruto, no mayor a 3857 kg, no aplicable para motocicletas. Destacando que los vehículos de prueba que serán utilizados para la evaluación de gases de escape deberán tener un motor con características similares de emisiones, contemplando los siguientes aspectos:

Dimensiones del cilindro

Localización de las válvulas de entrada y salida. Así como también el diámetro de las válvulas

Método de aspiración de aire

Sistema de control de emisiones

Diámetro y carrera

La prueba se realiza en un dinamómetro de chasis, basada en el método de prueba FTP-75.

## 2.5. CONTEXTO NACIONAL

El sector transporte es uno de los principales generadores de emisiones contaminantes debido al uso masivo de los combustibles fósiles. Al realizarse la combustión de estos, la cantidad de gases de efecto invernadero producidos es muy grande. El gas más relevante que emite nuestro país es el bióxido de carbono con 71% de las emisiones, seguido del metano con 21%.

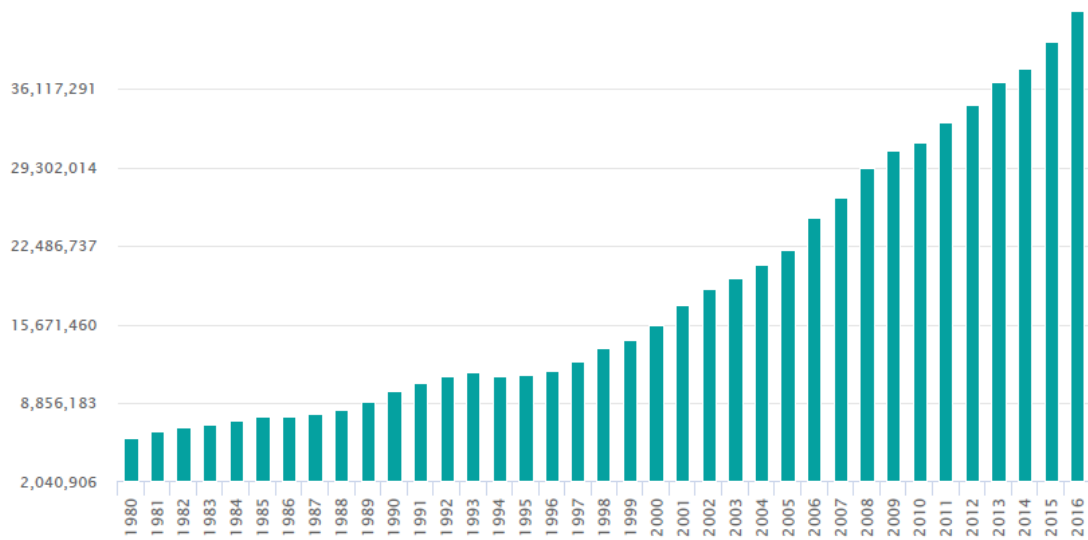
Del total de las emisiones, 64% corresponden al consumo de combustibles fósiles; 10% se originaron por los sistemas de producción pecuaria; 8% provinieron de los procesos industriales; 7% se emitieron por el manejo de residuos; 6% por las emisiones fugitivas por extracción de petróleo, gas y minerías y 5% se generaron por actividades agrícolas, según cifras del INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático).

El parque vehicular en México ha incrementado de manera significativa en los últimos años de manera alarmante. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el total de vehículos registrados está conformado por más de 42 millones de automóviles.

La mayoría de los vehículos en circulación son ineficientes, es decir, que consumen demasiado combustible y su rendimiento es bajo. Esto se debe a que México no cuenta con una regulación para introducir vehículos más eficientes.

Enseguida algunas de las estadísticas más relevantes.

## 2.5.1 Estadísticas Ventas Vehículos en México



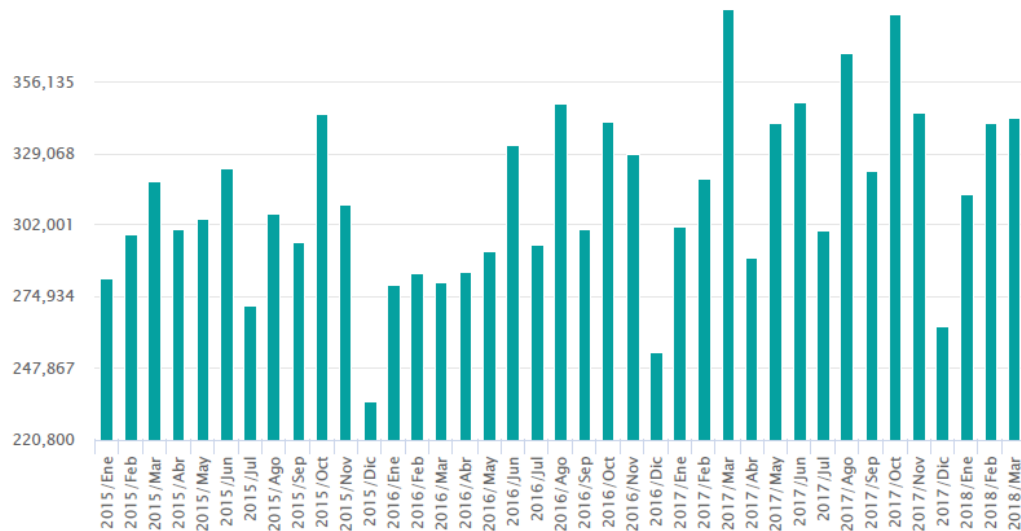
Fuente: INEGI Estadísticas de Vehículos de Motor Registrados

**Gráfica 5. Aumento en la flota vehicular al paso de los años.**

### Producción total de vehículos

En los últimos años la producción de vehículos también ha aumentado, debido a que se están utilizando nuevas tecnologías para poder ahorrar más combustible y de la misma manera generar en cantidades pequeñas emisiones contaminantes.

En la siguiente gráfica se muestra la producción mensual de vehículos en los últimos años.



Notas y Llamadas:

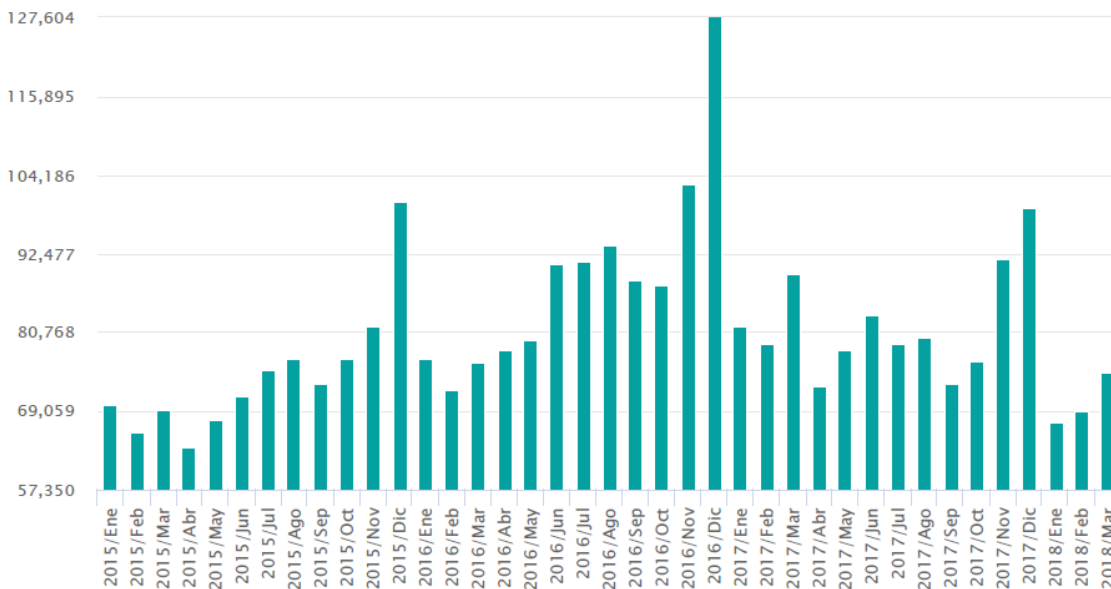
Incluye la producción orientada a la explotación. A partir del año del mes de enero 2015, los datos corresponden a los reportados por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM).

Fuente:

A partir del año 2017: INEGI. Estimación de cifras con base en las ventas reportadas por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) A.C. y la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM)

**Gráfica 6. Producción mensual de vehículos ligeros**

### Venta al público de automóviles



Fuente:

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C. (AMIA).

**Gráfica 7. Ventas mensuales al público de vehículos ligeros**

La siguiente tabla permite apreciar las cifras de venta de vehículos, tanto nacionales como importados, en una serie mensual

Tabla 5. Cifras mensuales de ventas de vehículos al público.

## Venta al público de automóviles Serie mensual de 2017 a 2018 (Unidades)

Periodo	Total	Nacionales				Importados
		Subcompactos	Compactos	De lujo	Deportivos	
<b>2016</b>	<b>1,065,912</b>	<b>264,514</b>	<b>264,663</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>536,735</b>
<b>2017</b>	<b>984,081</b>	<b>213,098</b>	<b>234,103</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>536,873</b>
Enero	81,700	16,413	19,895	0	0	45,392
Febrero	79,052	17,637	18,365	0	0	43,050
Marzo	89,396	21,220	21,428	0	0	46,748
Abril	72,778	15,458	17,234	0	0	40,086
Mayo	78,152	17,243	18,048	0	0	42,861
Junio	83,324	18,818	22,067	0	0	42,439
Julio	78,966	17,285	19,966	0	0	41,715
Agosto	79,857	17,298	19,114	0	0	43,445
Septiembre	73,201	16,829	16,752	0	0	39,620
Octubre	76,576	17,161	17,518	0	0	41,897
Noviembre	91,668	18,235	22,290	0	0	51,143
Diciembre	99,411	19,501	21,426	7	0	58,477
<b>2018</b>	<b>211,073</b>	<b>43,322</b>	<b>50,758</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>116,983</b>
Enero	67,192	12,807	16,624	5	0	37,756
Febrero	69,072	14,907	16,068	2	0	38,095
Marzo	74,809	15,608	18,066	3	0	41,132

Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. A. C. (AMIA).



Tabla 6. Cifras mensuales de producción de vehículos automotores.

**Producción de vehículos automotores**  
**Serie mensual de 2014 a 2018**  
(Unidades)

Vehículo	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Total</b>	<b>2014</b>	261,0	260,0	291,0	261,2	301,2	301,0	275,5	286,7	267,6	330,1	284,8	208,4	<b>3,328,9</b>
		43	07	02	13	83	11	65	08	74	64	16	98	<b>84</b>
	<b>2015</b>	282,0	298,6	318,6	300,7	304,3	323,4	271,2	306,3	295,4	344,0	309,6	235,5	<b>3,590,0</b>
		77	14	08	26	84	81	18	15	10	31	26	64	<b>54</b>
	<b>2016</b>	279,0	283,8	280,2	284,5	292,3	332,2	294,6	347,8	300,9	341,1	328,8	253,9	<b>3,619,7</b>
35		87	16	63	37	31	43	95	19	56	58	63	<b>03</b>	
<b>2017</b>	P /	301,1	319,2	383,1	289,8	340,4	347,9	300,1	366,8	322,4	381,5	344,7	263,6	<b>3,961,2</b>
		61	72	98	60	17	68	63	33	19	17	16	79	<b>03</b>
<b>2018</b>		313,5	340,4	342,5										<b>996,594</b>
		93	77	24										
<b>Automóviles</b>	<b>2014</b>	139,5	142,4	165,1	140,7	174,8	178,4	146,3	167,3	160,0	205,9	173,4	120,1	<b>1,914,4</b>
		23	33	25	49	34	84	06	26	64	63	35	67	<b>09</b>
	<b>2015</b>	163,7	170,6	174,9	164,7	168,6	185,9	146,9	167,8	151,4	187,3	163,3	119,7	<b>1,965,4</b>
		81	52	43	61	23	05	81	81	64	26	78	94	<b>89</b>
	<b>2016</b>	145,6	164,9	160,2	158,1	160,4	175,5	163,9	199,7	150,6	185,5	181,0	142,1	<b>1,988,1</b>
61		78	41	89	21	55	61	02	93	52	98	38	<b>89</b>	
<b>2017</b>	P /	152,4	172,5	217,2	161,1	181,4	166,7	140,5	176,6	133,2	167,0	142,8	94,83	<b>1,906,8</b>
		88	11	62	90	79	95	40	26	15	67	87	9	<b>99</b>
<b>2018</b>		138,5	124,1	128,1										<b>390,884</b>
		78	81	25										
<b>Camiones, Tractocamiones y Autobuses integrales</b>	<b>2014</b>	121,5	117,5	125,8	120,4	126,4	122,5	129,2	119,3	107,6	124,2	111,3	88,33	<b>1,414,5</b>
		20	74	77	64	49	27	59	82	10	01	81	1	<b>75</b>
	<b>2015</b>	118,2	127,9	143,6	135,9	135,7	137,5	124,2	138,4	143,9	156,7	146,2	115,7	<b>1,624,5</b>
		96	62	65	65	61	76	37	34	46	05	48	70	<b>65</b>
	<b>2016</b>	133,3	118,9	119,9	126,3	131,9	156,6	130,6	148,1	150,2	155,6	147,7	111,8	<b>1,631,5</b>
74		09	75	74	16	76	82	93	26	04	60	25	<b>14</b>	
<b>2017</b>	P /	148,6	146,7	165,9	128,6	158,9	181,1	159,6	190,2	189,2	214,4	201,8	168,8	<b>2,054,3</b>
		73	61	36	70	38	73	23	07	04	50	29	40	<b>04</b>
<b>2018</b>		175,0	216,2	214,3										<b>605,710</b>
		15	96	99										

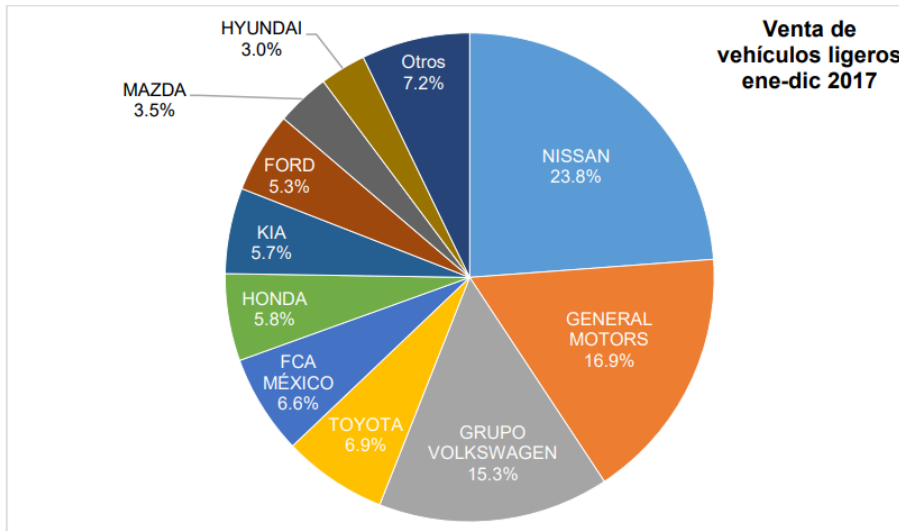
Fuente: Para el año 2014 Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, (AMIA) y la Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT).

A partir del año 2015 INEGI. La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, (AMIA) y Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM)

La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) dan a conocer el reporte de total de vehículos ligeros nuevos vendidos por marca:

AMIA y AMDA dieron a conocer que en diciembre 2017 se alcanzó la venta de 158,717 unidades de vehículos ligeros, 17.6% menos que las unidades comercializadas el año pasado durante el mismo mes. En el periodo anual de enero-

diciembre 2017 se vendieron 1,530,317 vehículos ligeros, con una caída de 4.6% en relación al año anterior.



Fuente: AMIA, con datos de sus asociados.

\* Grupo Volkswagen considera Audi, Porsche, Seat y Volkswagen.

**Gráfica 8. Venta de vehículos ligeros por corporativo.**

#### 2.5.1. Los autos más vendidos en México durante el año 2017

La Asociación Mexicana de Distribuidores Automotores (AMDA) cada año da a conocer un estudio en el cual se analiza el comportamiento de ventas en el sector automotriz.

Las ventas de los vehículos ligeros en México durante el año 2017 tuvieron una caída de 4.6 por ciento en comparación con el periodo del año 2016. Sin embargo, los vehículos importados tuvieron un crecimiento del 2.2 por ciento

##### 2.5.1.1. Nissan Versa

El Nissan Versa es uno de los favoritos de los consumidores mexicanos ya que ocupa el primer lugar del automóvil más vendido en México y llegó a desplazar a vehículos destinados a la economía como el March y el discontinuado de producción Tsuru.

El Nissan Versa llegó a una cifra de autos vendidos de 93 mil 41 unidades tan solo en el 2017, con un crecimiento de 2.8 por ciento en comparación con el 2016.

Este vehículo cuenta con un motor de 4 cilindros en L con desplazamiento de 1.6 litros, 16 válvulas (cuatro válvulas por cilindro), una relación de compresión de 9.8:1 y un sistema de alimentación de combustible de inyección secuencial multipunto<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Inyecta combustible a cada cilindro por separado, pudiendo ser directa o indirectamente



**Ilustración 2. Versa 2017.**

#### 2.5.1.2. Chevrolet Aveo

El Chevrolet Aveo ocupó el segundo lugar durante el 2017 siendo el auto más vendido para la marca, aunque tuvo una baja del 17.4 por ciento en comparación con el año 2016. Se vendieron 65 mil 772 unidades en el periodo de 2017

El Aveo cuenta con un motor Double Overhead Camshaft (DOHC), en el cual el árbol de levas está situado en la cabeza del cilindro. Cuenta con cuatro cilindros al igual que el Versa, con un desplazamiento de 1.6L con inyección secuencial.



**Ilustración 3. Aveo 2017.**

#### 2.5.1.3. Volkswagen Vento

Ocupando el tercer lugar, el Volkswagen Vento está por debajo del Aveo por muy poco, creciendo un 0.3 por ciento en comparación con el año anterior y llegando a una venta de 63 mil 402 unidades.

Cuenta con un motor de cuatro cilindros en L y 16 válvulas, un desplazamiento de 1.6L con Inyección Electrónica Multi Punto.



**Ilustración 4. Veto 2017.**

#### 2.5.1.4. Nissan March

Regresando al corporativo de Nissan, encontramos el March, este auto ocupa el cuarto lugar en los autos más vendidos en México durante el 2017, teniendo un decrecimiento en sus ventas, llegando a 54,063 unidades.

Tiene un motor de 1.6l de cuatro cilindros en línea y cuatro válvulas por cilindro. Cuenta con un sistema de alimentación de combustible de inyección secuencial multipunto.

#### 2.5.1.5. Volkswagen Jetta

El Volkswagen Jetta disminuyó en el número de unidades vendidas durante el 2017 llegando a un 23.3 por ciento menos que 2016 y con 45,246 unidades comerciadas. Probablemente se deba a la nueva generación del Jetta, la cual integra un diseño renovado.

El Jetta incorpora varias versiones con un motor de 4 y 5 cilindros, 2.0 y 2.5 litros respectivamente, con inyección electrónica multipunto.

#### 2.5.1.6. Nissan Sentra

El sedán de la gama más alta de Nissan, el Sentra, subió un nivel de rango en los autos más vendidos, aunque bajaron sus ventas. Se vendieron 42,746 unidades durante el periodo de 2017.

Este automóvil cuenta con un motor 1.8l, con 4 cilindros en línea y 16 válvulas. Adicionalmente, tiene un sistema Inyección electrónica secuencial multipunto con Control de Apertura de Válvulas Continuamente Variable (CVTCS).

#### 2.5.1.7. Chevrolet Spark

El subcompacto de Chevrolet sufrió una caída importante durante el 2017, ya que sus ventas disminuyeron considerablemente (45.9%) con respecto a 2016. La cifra de autos vendidos por este corporativo fue de 32 mil 795 unidades. Cuenta con un motor 1.2L, 4 cilindros.

#### 2.5.1.8. Chevrolet Beat

La nueva generación de Chevrolet Spark llegó a nuestro país, pero con un nuevo nombre, Chevrolet Beat, ocupó el lugar ocho de la lista de autos ligeros más vendidos durante el 2017. Aunque este vehículo no estuvo todo el año completo en el mercado, logró 25 mil 283 adquisiciones.

#### 2.5.1.9. Nissan Tsuru

Con un motor de 1.6l y 4 cilindros en línea con 16 válvulas. El Nissan Tsuru sin lugar a duda fue uno de los autos más exitosos en México y aunque su producción fue descontinuada, logró un total de 23 mil 194 automóviles vendidos.

#### 2.5.1.10. Chevrolet Sonic

Llegando al último automóvil de esta lista, encontramos al Chevrolet Sonic, con un motor muy eficiente de 1.6l y 4 cilindros en línea. Cerró sus ventas durante el 2017 con un total de 22 mil 874 vehículos.

**Tabla 7. Rendimiento de los 10 automóviles más vendidos en México y algunas especificaciones.**

MODELO	RENDIMIENTO [km/l]			Transmisión Manual/Automática /CVT <sup>6</sup> /DSG <sup>7</sup>	Capacidad Motor [L]	No de Cilindros
	Ciudad	Carretera	Combinado			
VERSA	15	21.1	17.24	Manual	1.6	4L
	14.6	20.9	16.89	Automática	1.6	4L
AVEO	14.3	21.9	16.9	Manual	1.6	4L
	13.1	21	15.8	Automática	1.6	4L
VENTO DIÉSEL	18.3	26.9	21.3	DSG	1.5	4L
VENTO DIÉSEL	16.6	24.2	19.3	Manual	1.5	4L
VENTO GASOLINA	13.2	22.4	16.2	Automática	1.6	4L
VENTO GASOLINA	13.9	22.1	16.7	Manual	1.6	4L
VENTO TDI	20.5	29.2	23.8	Manual	1.6	4L
MARCH	14.8	20.4	16.88	Manual	1.6	4L
	14.5	20.9	16.81	Automática	1.6	4L
Jetta	12.6	21.7	15.5	Automática	2	4L
	12.4	21.5	15.3	Manual	2	4L
	17	26.1	20.2	DSG TDI	2	4L
	12.6	20.1	15.1	DSG TFSI	2	4L
	12.2	21.7	15.2	Manual TFSI	2	4L

<sup>6</sup> Continuously Variable Transmission

<sup>7</sup> Direct Shift Gearbox

	11.7	19.2	14.2	Automática	2.5	5L
	11.6	20.4	14.4	Manual	2.5	5L
SENTRA	15.39	22.86	18.04	CVT	1.8	4L
	15.15	23.47	18.02	CVT	1.8	4L
	13.85	22.14	16.65	Manual	1.8	4L
SPARK LT	-	-	22.2	Manual	1.4	4L
SPARK LTZ	-	-	21.7	Manual	1.4	4L
BEAT	-	-	20.7	Manual	1.2	4L
TSURU GS	14.7	22	17.28	Manual	1.6	4L
TSURU GS (con direccion hid)	13.8	20.69	16.23	Manual	1.6	4L
SONIC	-	-	18.7	Manual	1.6	4L
	-	-	18.7	Automática	1.6	4L

**Tabla 8. Comparativa entre los 10 vehículos más vendidos en México.**

Vehículo	No cilindros	No de válvulas	Tecnología	Desplazamiento	Rendimiento de combustible [km/l]	Alimentación
<b>Versa</b>	4	16	DOHC	1.6L	17.2	Inyección secuencial multipunto
<b>Aveo</b>	4	16	DOHC	1.6L	16,9	Inyección múltiple de combustible (MFI)
<b>Vento</b>	4	16		1.6L	16.7	Inyección Electrónica Multi Punto
<b>March</b>	4	16	DOHC	1.6L	16.89	Inyección secuencial multipunto
<b>Jetta</b>	4, 5	16		2.0L, 2.5L	15.3, 14.2	Inyección electrónica multipunto
<b>Sentra</b>	4	16	CVTCS, DOHC	1.8L	16.7	Inyección secuencial multipunto
<b>Spark</b>	4	16	DOHC	1.2L	22.2	Inyección múltiple de combustible (MFI)
<b>Beat</b>	4	16	DOHC	1.2L	20.7	Inyección múltiple de combustible (MFI)

<b>Tsuru</b>	4	16	DOHC	1.6L	18	Inyección secuencial multipunto
<b>Sonic</b>	4	16	DOHC	1.6L	18.2	inyección electrónica multipunto

Los diez vehículos más vendidos en México durante el 2017 cuentan con un motor de 4 cilindros y 16 válvulas, con doble árbol de levas a la cabeza (DOHC) que entrega una buena eficiencia en rendimiento de combustible.

Nissan, Volkswagen y General Motors (Chevrolet) son los corporativos que más compiten en la venta de sus vehículos en México. Nissan y Chevrolet, cada uno de estos corporativos, cuentan con 4 autos dentro de la lista de los más vendidos, seguidos por Volkswagen que cuenta con 2 vehículos.

Las ventas totales de enero a diciembre de 2017, según la AMIA para cada marca de automóviles se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Ventas totales por marca.**

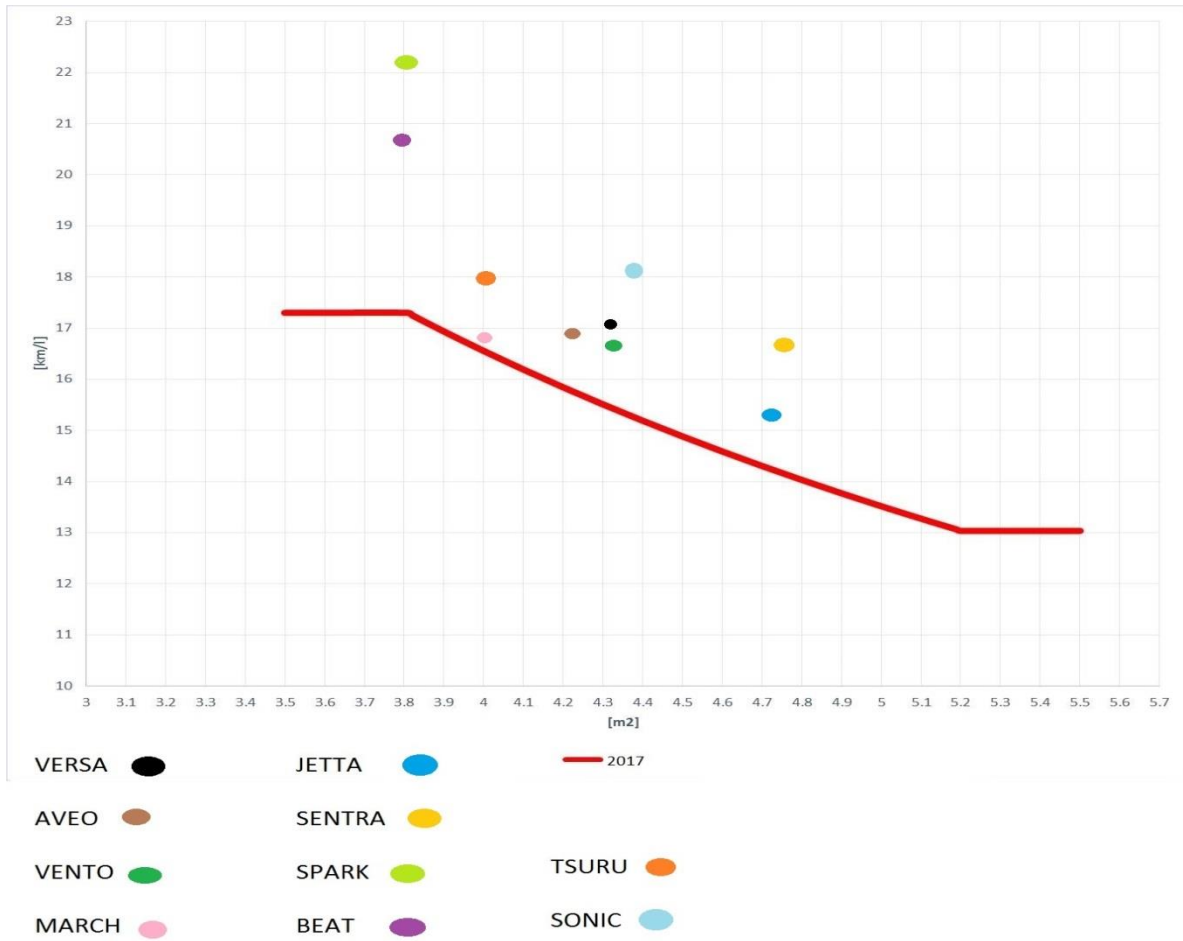
<b>Posición</b>	<b>Marca</b>	<b>Unidades vendidas</b>
<b>1</b>	Nissan	364,557
<b>2</b>	General Motors	258,523
<b>3</b>	Volkswagen	258,523
<b>4</b>	Toyota	105,464
<b>5</b>	FCA México	100,846
<b>6</b>	Honda	88,195
<b>7</b>	KIA	86,713
<b>8</b>	Ford	81,698
<b>9</b>	Mazda	54,163
<b>10</b>	Hyundai	46,534
<b>11</b>	Renault	30,199
<b>12</b>	SEAT	24,681
<b>13</b>	Suzuki	19,255
<b>14</b>	Mercedes-Benz	17,691
<b>15</b>	BMW	15,580
<b>16</b>	Audi	15,051
<b>17</b>	Peugeot	8,885
<b>18</b>	MINI	6,035
<b>19</b>	Acura	2,167
<b>20</b>	Infiniti	1,987
<b>21</b>	Lincoln	1,577

<b>22</b>	Porsche	1,506
<b>23</b>	Subaru	1,350
<b>24</b>	Smart	1,037
<b>25</b>	Land Rover	483
<b>26</b>	Jaguar	168

Tabla 10. Dimensiones y rendimiento.

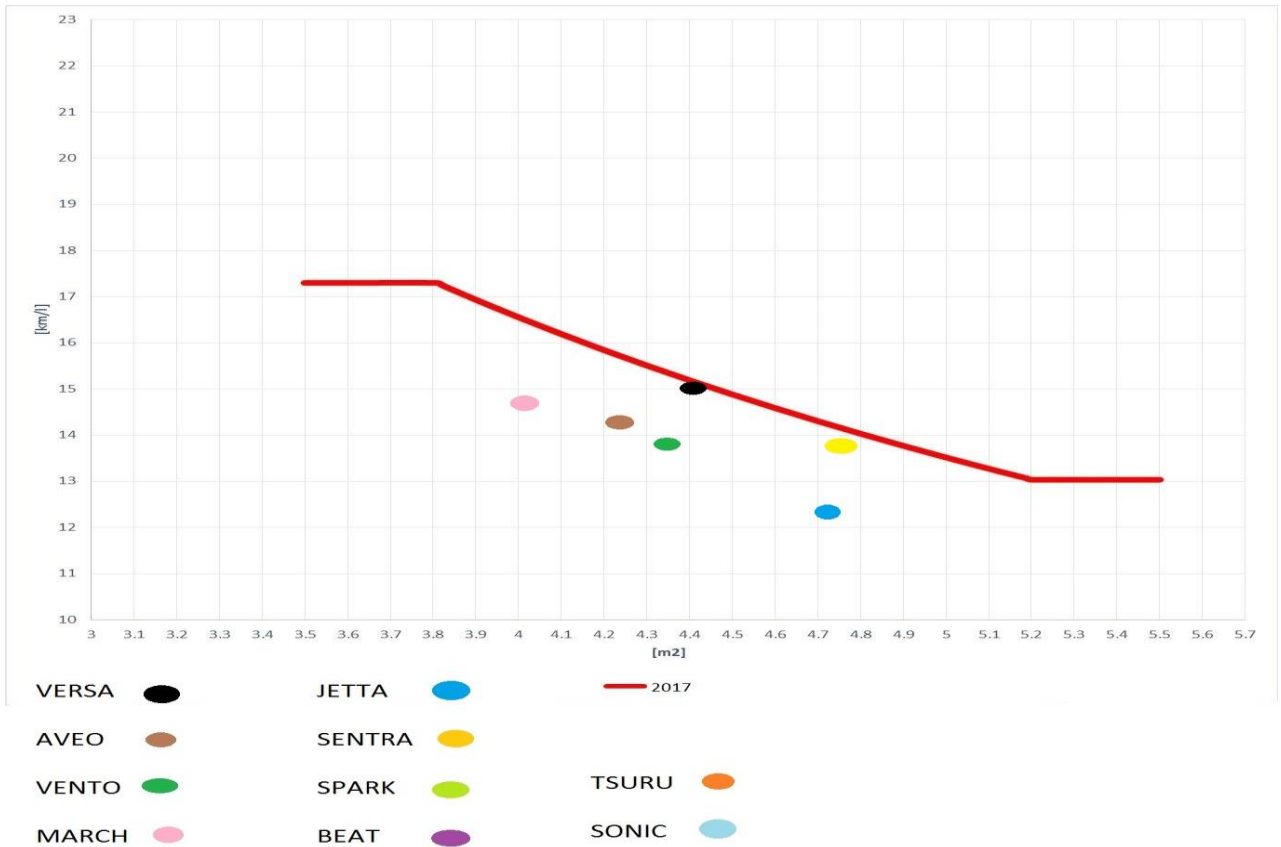
<b>Vehículo</b>	<b>Dejes [m]</b>	<b>Dancho [m]</b>	<b>Sombra [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Rcomb [km/l]</b>
Versa	2.6	1.695	4.407	17.2
Aveo	2.479	1.709	4.236611	16.9
Vento	2.553	1.699	4.337.547	16.7
March	2.45	1.665	4.07925	16.89
Jetta	2.651	1.778	4.713478	15.3
Sentra	2.7	1.761	4.7547	16.7
Spark	2.385	1.595	3.804075	22.2
Beat	2.375	1.598	3.79525	20.7
Tsuru	2.43	1.65	4.0095	18
Sonic	2.525	1.735	4.380875	18.2





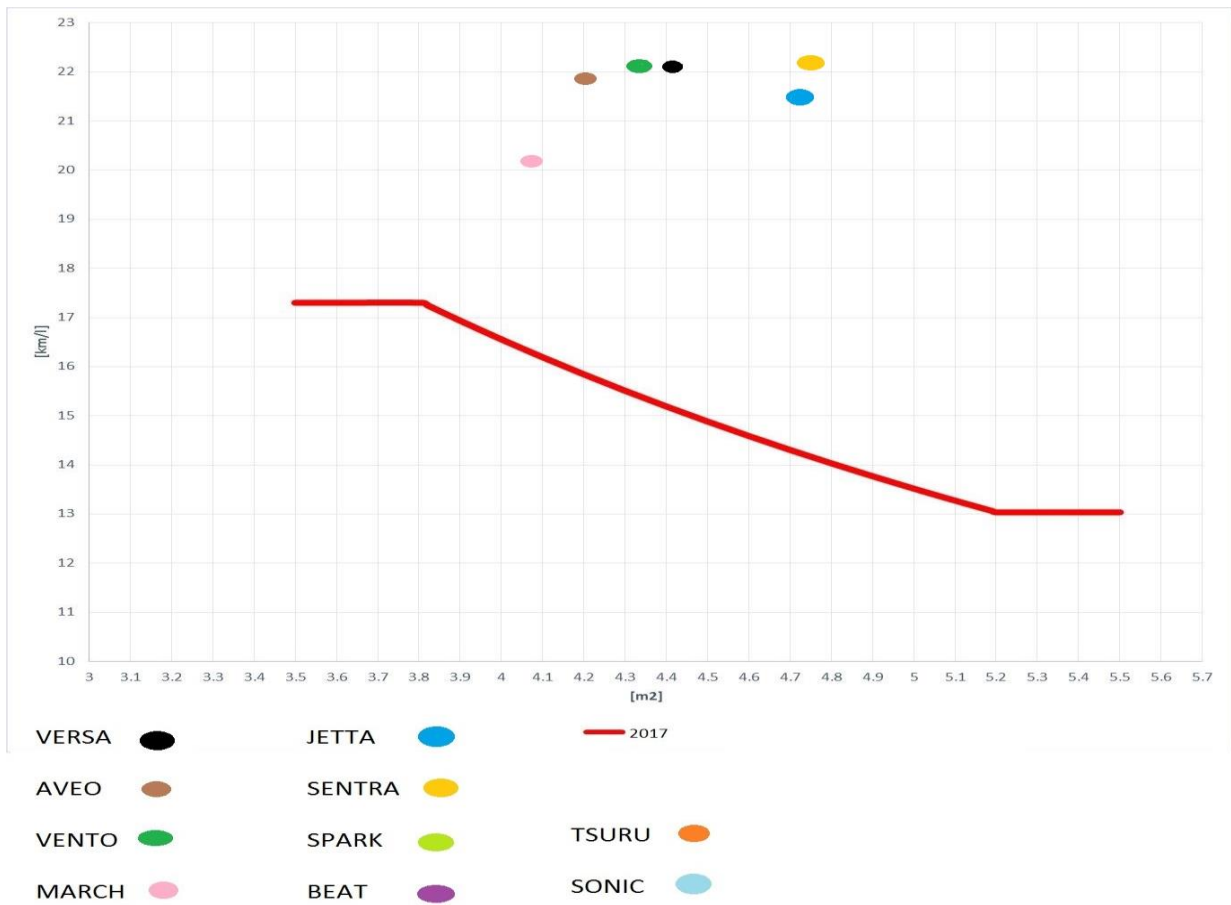
**Gráfica 9. Gráfica Rendimiento de combustible COMBINADO 2017.**

Este gráfico muestra el rendimiento de combustible combinado para los vehículos más vendidos en México, destacando que, si rebasan o están por encima de la línea roja, cumplen con la norma *NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013*. Podemos observar que todos cumplen con el objetivo Promedio corporativo ponderado meta (PCPM) en término de rendimiento de combustible, sin tener inconvenientes. Para el caso del automóvil “Spark” es de esperar ese valor debido a que es un vehículo muy pequeño con respecto de los demás vehículos, por ello su rendimiento es mucho más elevado.



**Gráfica 10. Gráfica Rendimiento de combustible en CIUDAD 2017.**

En esta gráfica se muestra el comportamiento de rendimiento de combustible si los vehículos son conducidos en condiciones de ciudad, es decir, a velocidades relativamente bajas a medias. Un punto a señalar es que no todos los vehículos aparecen debido a que no se muestra en sus fichas técnicas este dato. Es de esperar este comportamiento para todos los vehículos, por ello, para el cumplimiento de la norma se toman los valores de rendimiento de combustible combinado, ya que se puede observar desde un punto de vista superficial como el promedio entre ciudad y carretera.



**Gráfica 11. Gráfica Rendimiento de combustible en CARRETERA 2017.**

Este gráfico muestra el comportamiento de los vehículos en condiciones de carretera (altas velocidades), como en el anterior grafico no se muestran todos los vehículos por la misma razón. La mayoría de los automóviles muestran un rendimiento muy similar cercano a 22 km/l, importante destacar que no todos tienen la misma sombra.

Tabla 11. Datos para obtener el rendimiento de combustible.

<b>Vehículo</b>	<b>Dejes [m]</b>	<b>Dancho [m]</b>	<b>Sombra [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Rcomb [km/l]</b>	<b>Rcarretera[km/l]</b>	<b>Rciudad[km/l]</b>
<b>Versa</b>	2.6	1.695	4.407	17.2	22.1	15
<b>Aveo</b>	2.479	1.709	4.236611	16.9	21.9	14.3
<b>Vento</b>	2.553	1.699	4.337547	16.7	22.1	13.9
<b>March</b>	2.45	1.665	4.07925	16.89	20.4	14.8
<b>Jetta</b>	2.651	1.778	4.713478	15.3	21.5	12.4
<b>Sentra</b>	2.7	1.761	4.7547	16.7	22.1	13.9
<b>Spark</b>	2.385	1.595	3.804075	22.2	*	*
<b>Beat</b>	2.375	1.598	3.79525	20.7	*	*
<b>Tsuru</b>	2.43	1.65	4.0095	18	*	*
<b>Sonic</b>	2.525	1.735	4.380875	18.2	*	*

\*Sin Registro de Dato

## 2.6. Inventario de tecnologías en México

En los motores de gasolina, la mezcla de aire-combustible se realiza por medio de un carburador o un sistema de inyección.

Desde hace algunos años, el carburador ha dejado de usarse para dar paso a las nuevas tecnologías en inyección de combustible.

En los autos antiguos, al levantar el cofre se puede encontrar un carburador, en donde se realiza la mezcla de gasolina y aire; el problema con el carburador es que no puede regular de una forma certera la proporción de aire-gasolina que va directamente al motor. Otro problema era el alto consumo de combustible y la gran cantidad de emisiones contaminantes, que se generaban a causa del uso de este dispositivo.

Gracias a los nuevos avances tecnológicos y haciendo hincapié en las normas de emisiones contaminantes, las cuales se han vuelto cada vez más estrictas, los carburadores ya pasaron a la historia y han sido sustituidos por los sistemas de inyección. Estos proporcionan, de una manera exacta, la cantidad de gasolina que se requiere para la mezcla aire-combustible y de acuerdo con las necesidades de cada tipo de motor.

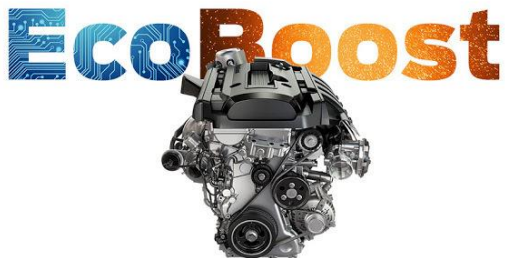


**Ilustración 5. Carburador.**

Existen varias técnicas que se han implementado a lo largo del tiempo en los motores de combustión interna. Entre ellas se encuentran las siguientes:

2.6.1. Reducción de tamaño del motor (*downsizing*)

El objetivo de esta tecnología es tener menos pistones y una menor cilindrada en un motor, pero brindando mayor potencia y menos consumo de combustible. La tecnología incorpora al turbocargador, el cual basa su principio en la circulación de los gases de escape hacia el rotor de una turbina unida al eje de un compresor. Este último hace que aumente la presión del aire y que entre más a la cámara de combustión. De igual manera, se necesita más gasolina para que se genere mejor potencia en el motor y que haya una buena combustión para así aprovechar las ventajas del turbo. Gracias a esta tecnología, se quema de una mejor manera el combustible, se obtiene un mejor rendimiento en el mismo y se reducen las emisiones contaminantes.

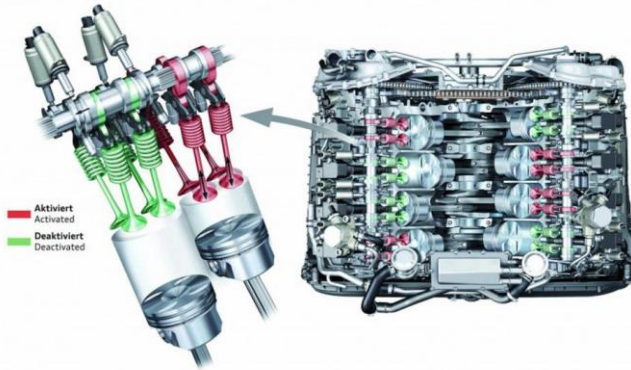


**Ilustración 6. Motor EcoBoost de Ford.**

2.6.2. Desactivación de cilindros

Este sistema cierra algunos cilindros cuando no son requeridos por el motor. A una baja demanda de potencia, se cierran las válvulas de admisión de uno o varios cilindros para lograr un ahorro eficiente de combustible y disminuir las emisiones contaminantes; al contrario, cuando se requiere mayor potencia en el motor, todos los cilindros estarán trabajando.

Un motor de ocho o seis cilindros se convierte en uno de cuatro o tres temporalmente. Todo depende de los requerimientos de torque y carga del vehículo. La tecnología ofrece un mejor rendimiento de combustible, teniendo 20% de ahorro en el combustible al desactivar alguno de los cilindros.



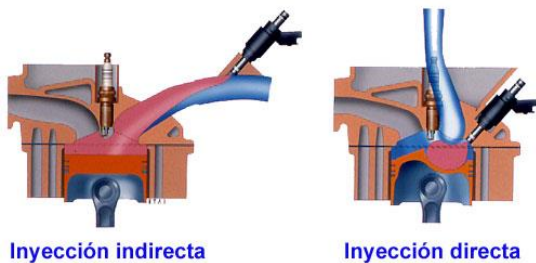
**Ilustración 7. Desactivación de un motor de 8 de cilindros.**

### 2.6.3. Inyección directa de gasolina (GDI)

A diferencia de los carburadores, el sistema de inyección de combustible reduce los gases de escape al proporcionar la cantidad de gasolina exacta y requerida en el motor, mejorando el llenado de los cilindros, dando lugar así a un mejor rendimiento de combustible.

Gracias a que se tiene una buena dispersión y exacta dosificación de combustible, acorde con la temperatura del motor y el régimen de arranque, los vehículos obtienen una aceleración más eficaz y rápida desde el ralentí, y el tiempo de arranque es más breve.

Los motores solían tener una inyección indirecta, la cual se realizaba en el colector de admisión, donde se inyectaba combustible para ser mezclado con el aire antes de entrar a la cámara de combustión. Ahora con la GDI, el combustible es pulverizado dentro de la cámara de combustión, lo cual permite que la mezcla se realice en el cilindro y no haya pérdidas o evaporaciones antes de llegar a la cámara. Esto permite una mejor relación de compresión, así como el quemado del combustible de una manera eficiente. Se reducen significativamente las emisiones contaminantes y se mejora el rendimiento de combustible.



**Ilustración 8. Posiciones en las cuales se realiza la inyección de combustible.**

#### 2.6.4. Sistema *start-stop*

En un día normal, los trayectos de viaje pueden tomar pocas o muchas horas, dependiendo del tráfico, semáforos y otros muchos factores. Los automóviles permanecen detenidos en gran parte de su recorrido; pero gracias a la tecnología *start-stop*, el sistema se activa de manera automática, apaga el motor cuando se encuentra en ralentí o no se pisa el embrague, y lo enciende nuevamente cuando se pisa el acelerador. Esto ofrece un mejor rendimiento del combustible, disminuyendo su consumo y las emisiones contaminantes significativamente.

Según pruebas, se pueden reducir las emisiones hasta 5%, mientras que el consumo de combustible, dependiendo del modelo de automóvil, puede disminuir del 8% al 15%.



**Ilustración 9. Al quitar el pie del embrague, se apaga el motor.**

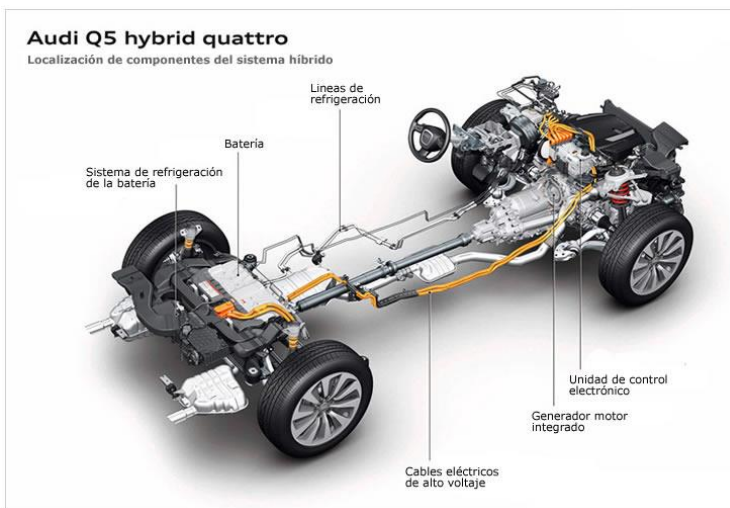
#### 2.6.5. Sincronización de válvulas variable (VVT)

Esta tecnología permite incrementar el torque y la potencia, haciendo el motor más eficiente.

El sistema de sincronización de válvulas variable cambia el traslape, es decir, el tiempo de apertura y cierre de válvulas en el motor, dependiendo del requerimiento y las diferentes velocidades, haciéndolo entre un 10% y un 20% más eficiente.

### 2.6.6. Vehículos híbridos

Un vehículo híbrido cuenta con un motor de combustión interna y con un motor eléctrico, los cuales generan la energía suficiente para impulsar al vehículo. El funcionamiento de un auto híbrido es simple, apaga y prende el motor de combustión interna cuando es requerido, de la misma manera que se hace con la tecnología *start-stop*. Un automóvil híbrido trabaja en trayectos cortos y velocidades bajas solamente con el motor eléctrico, sin embargo, en trayectos largos en los cuales se requiera mayor demanda de potencia y energía, se enciende el motor térmico, trabajando en conjunto con el motor eléctrico. No es necesario conectar el vehículo a un enchufe como un automóvil eléctrico, ya que se cuenta con un freno regenerativo, encargándose de cargar la batería cada vez que frena el vehículo, convirtiendo la energía cinética en energía eléctrica y almacenándola en la batería.



**Ilustración 10. Vehículo híbrido.**

### 2.6.7. Tipos de transmisiones

La mayoría de las personas sabemos que hay transmisiones manuales y automáticas, pero en realidad no son las únicas que existen.

Una transmisión es un sistema que se encarga de llevar el movimiento a las ruedas del automóvil, transmitiendo la potencia y fuerza generada por el motor, para lograr que el auto se desplace. El torque generado por el motor es transmitido mediante un eje al diferencial para terminar en las ruedas del vehículo; la manera de que llegue a estas dependerá del lugar de ubicación del motor, así como de la tracción (delantera o trasera).

Las diferentes transmisiones se muestran a continuación:





**Ilustración 11. Transmisión manual vs. automática.**

### 2.6.7.1. Manual

Es la transmisión más común y conocida en los vehículos; regularmente tiene 5 o 6 velocidades, el conductor debe realizar los cambios de manera física y correctamente para no dañar la caja de velocidades. Consta de una palanca al centro, la cual puede mover a cualquier lado y un pedal de embrague, mejor conocido como *clutch*, el cual acopla uno de sus engranes, dependiendo de la demanda en las revoluciones del motor; esta acción se conoce como cambio de velocidad.

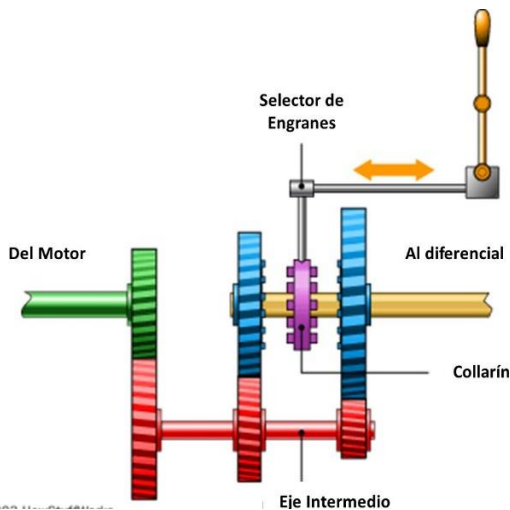
Las componentes principales son:

**Embrague:** Es el encargado de transmitir la potencia generada del motor a las llantas, para acoplar o desacoplar los cambios de velocidades.

**Caja de velocidades:** En este mecanismo se encuentran los piñones encargados de la marcha del vehículo.

**Árbol de transmisión:** Es un eje giratorio que transmite la potencia generada por el momento de giro al diferencial.

**Diferencial:** Es un elemento mecánico encargado de convertir la rotación del árbol de transmisión hacia las llantas, permitiendo así la tracción de estas.



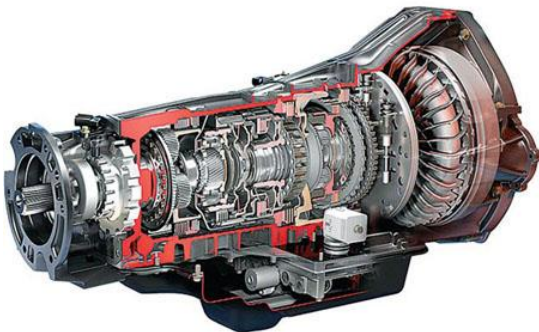
**Ilustración 12. Funcionamiento de la transmisión manual.**

#### 2.6.7.2. Automática

Las transmisiones automáticas son las más comunes en estos tiempos, ya que son fáciles para la conducción, no cuentan con un *clutch* o pedal de embrague y son generalmente para automóviles de alto rendimiento. En este tipo de transmisiones, solo es necesario pisar el pedal del acelerador para que automáticamente se realice el cambio de velocidad, dependiendo de las revoluciones del motor. Se puede ahorrar combustible con esta transmisión, ya que se cuenta con un número elevado de velocidades, que van de 5 hasta 10 o más; esto evita que el motor se revolucione o fuerce demasiado y el consumo de combustible sea menor.

Mientras más engranes se van añadiendo a una transmisión, el consumo de combustible disminuye. En una transmisión automática de 6 velocidades, se mejora la eficiencia un 2%, mientras que una de 8 velocidades mejora de 3% a 4% con respecto a la transmisión manual.

Estas transmisiones añaden un “convertidor de par” en lugar de tener un pedal de embrague; el convertidor es un acoplador hidráulico, que conecta al motor con la transmisión, para que se genere el movimiento en las ruedas del automóvil. Un elemento fundamental en esta transmisión es la bomba de aceite, encargada de suministrar el fluido necesario (aceite), dependiendo de la demanda del motor: a mayores revoluciones, mayor será el suministro de aceite transportado a los engranes para ser lubricados, permitiendo su movimiento. Se tiene un engrane “planetario”, que se encarga de generar diferentes relaciones de cambio.



**Ilustración 13. Caja de transmisión automática.**

#### 2.6.7.3. Transmisión continuamente variable CVT (*continuous variable transmission*)

Esta transmisión es la más innovadora, puesto que no está compuesta de engranes. Consta de poleas con diámetros variables y una correa metálica o de acero. Mientras se empieza a acelerar, la correa metálica va tomando infinitas posiciones respecto al diámetro variable de la polea, dependiendo de la carga que se le esté dando al motor; en este caso, no se tienen cambios de velocidad como en las manuales o automáticas. Es una caja de transmisión más económica, debido a que no cuenta con la complejidad de una caja automática o manual y/o todos sus

componentes. La potencia producida siempre es óptima, lo que genera un consumo de combustible menor.

La reducción del consumo de combustible en una CVT puede variar, dependiendo del tamaño del motor; la reducción en el consumo va de 1% hasta 7%, comparado con una transmisión automática de cuatro velocidades.



Ilustración 14. Caja de transmisión CVT.

#### 2.6.7.4. Semiautomática

Es una caja manual, pero sin tener un pedal para el *clutch*. Se trata de una transmisión “automatizada”, en que se usa un sistema de control electrónico para que se acople el embrague mecánico y se hagan los cambios. Se tiene una pequeña palanca para hacer cambios hacia arriba o abajo o, de igual manera, se pueden tener paletas a las orillas del volante para ir ascendente o descendente en las velocidades.



Ilustración 15. Paletas de cambio en una transmisión semiautomática.

#### 2.6.7.5. Doble embrague

Son cajas de transmisión que cuentan con un doble *clutch* o embrague. Estas transmisiones son “automatizadas”, es decir, usan servos y motores eléctricos para hacer los cambios de velocidad. Los embragues van separados y existe uno para los números de velocidades pares y otro para los impares. El funcionamiento es simple: se tiene siempre acoplado un embrague en la transmisión y, de esta manera, los cambios se realizan de forma más rápida que en una transmisión manual. Mientras un embrague está trabajando en una velocidad, el otro ya está acoplado en la siguiente; así, no se tiene que desacoplar el embrague, hacer el cambio y volver a acoplar. Por ejemplo, si estamos en 3.<sup>a</sup> velocidad, el segundo embrague ya está acoplado en 4.<sup>a</sup>, así se realiza inmediatamente el cambio de velocidad.

Una transmisión de 6 velocidades de doble embrague puede ahorrar entre 6% y 9% de combustible, comparada con una automática de 4 velocidades, y de 3% a 4%, con una automática de 6 velocidades.



**Ilustración 16. Caja de transmisión de doble embrague.**

### 3. CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE- MÉTODOS DE PRUEBA

---

Un ciclo de conducción o de manejo ayuda a mostrar de manera gráfica un perfil de velocidades variables durante un tiempo determinado, graficando de esta manera velocidad-tiempo, representando las condiciones de manejo urbano y carretera, es decir acelerando y desacelerando el automóvil. Los ciclos de manejo son implementados como una herramienta para determinar las emisiones contaminantes y evaluar el desempeño sobre rendimiento de combustible en los vehículos.

Existen diferentes ciclos en el mundo, pero cada uno de ellos enmarcados en diferente contexto para las necesidades de cada país (tráfico, condiciones climáticas, tipo de carreteras, altitud, entre los puntos más importantes), tales como Estados Unidos de América con el ciclo FTP-75 (Federal Test Procedure), en Japón existe el ciclo JC08 y para la Unión Europea el NEDC (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo, por sus siglas en inglés)

Un tema importante para las grandes urbes es tener un ciclo de manejo que represente de la mejor forma posible la conducción por sus vías, es decir, que tome en cuenta factores como el tráfico y crecimiento de población, ayudando a predecir el comportamiento vehicular, sabiendo que, la flota de automóviles puede incrementar mediante la demanda de la población. Por ello surge la necesidad de actualizar los ciclos de manejo, para fortalecer el lazo consumo de combustible y emisiones contaminantes como principales objetivos.

Las pruebas son realizadas en un dinamómetro de chasis, este es un sistema que simula las condiciones de uso del vehículo a través del movimiento de las ruedas sobre rodillos automatizados, en dicha simulación se tiene contemplado características como peso del motor, pendientes, altitud del sitio, presión y fricción entre el suelo y las llantas. Se colocan varios sensores en el escape del vehículo para cuantificar los gases emitidos por el mismo (CO, CO<sub>2</sub>, HC y NO<sub>x</sub>).



Ilustración 17. Prueba en dinamómetro de chasis.

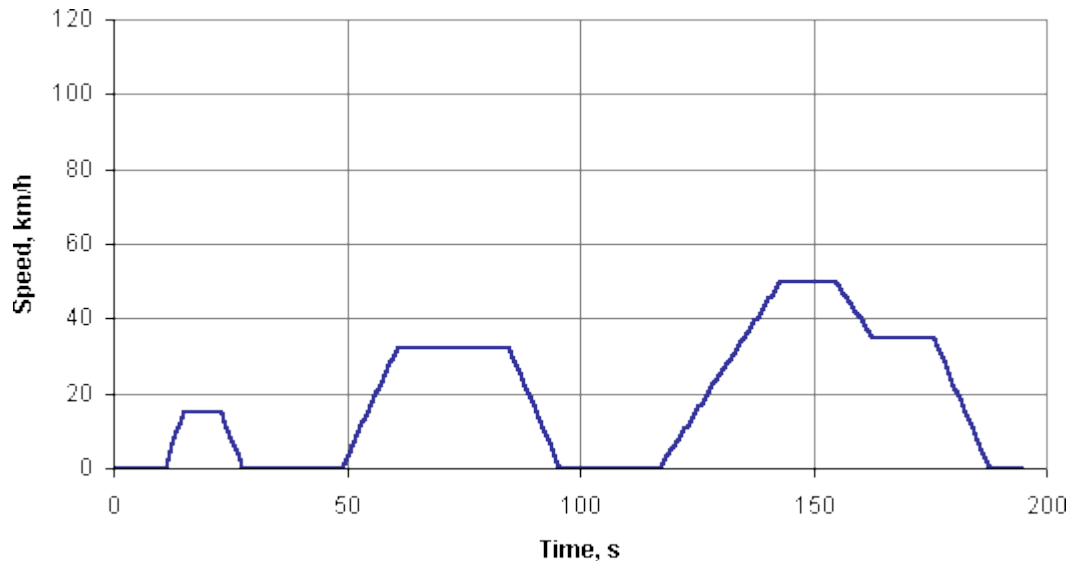
### 3.1.Unión Europea (UE)

#### 3.1.1. NEDC (New European Driving Cycle)

El Nuevo Ciclo de Conducción Europeo (NEDC) se utilizaba anteriormente en la UE para verificar que se cumplieran las pruebas de emisiones y consumo de combustible de los vehículos ligeros. Esta prueba de laboratorio entró en vigor en los años ochenta. Actualmente se diseñó el nuevo ciclo de homologación de vehículos WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures por sus siglas en inglés), que veremos más adelante. Las pruebas al igual que en varios países se realizan en un dinamómetro de chasis.

El ECE (European City Emmissions) es un ciclo de manejo urbano también conocido como UDC (Urban Driving Cycle) en el cual se realizan pruebas en condiciones similares a las de una ciudad obteniendo gases provenientes del escape a velocidades, cargas de motor y temperaturas menores. Estas condiciones se realizan como si estuviera en París o Roma.

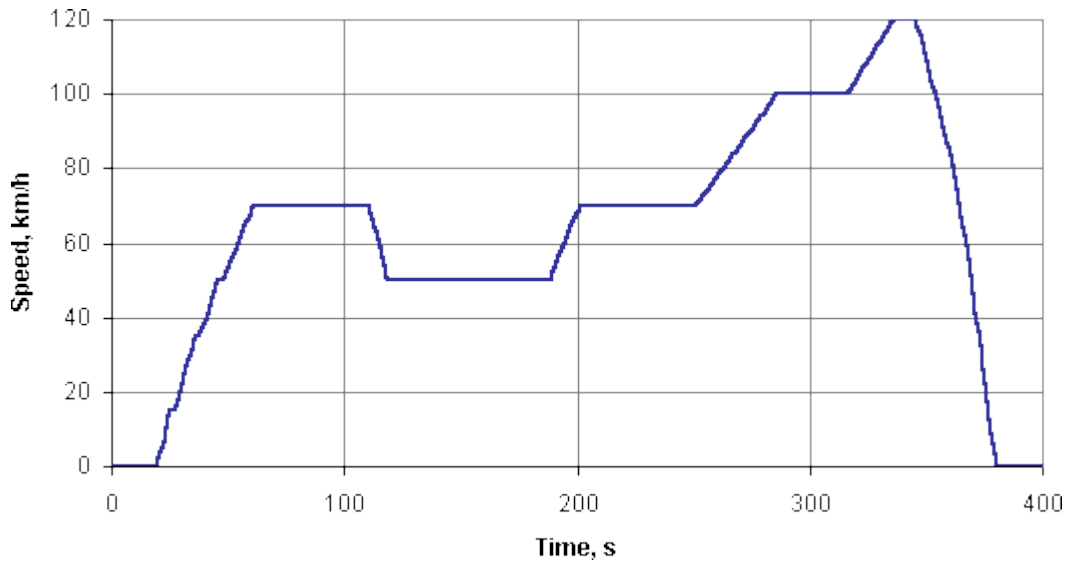
El ECE se realiza a condiciones de una velocidad promedio de 18.35 km/h, una distancia de 0.994 km y una duración de 195 segundos. Este ciclo urbano se repite cuatro veces sin interrupción.



**Ilustración 18. ECE 15 Cycle.**

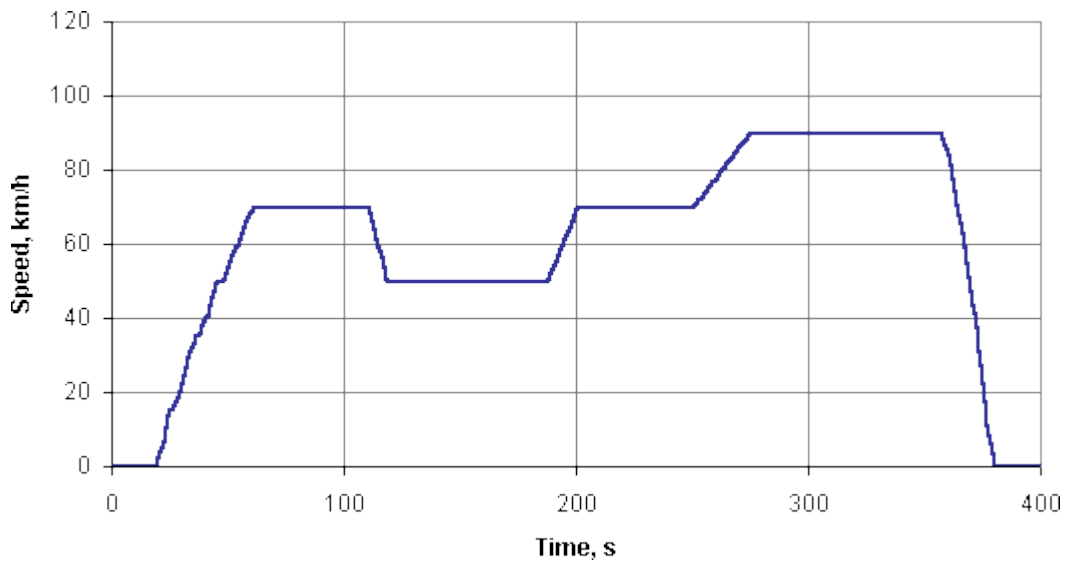
Después de las cuatro repeticiones del ECE sigue un ciclo EUDC (ciclo de conducción extra-urbano), en este se realiza un ciclo de manejo más agresivo y con altas velocidades.

El ciclo extra-urbano tiene una duración de 400 segundos, una distancia de 6.955 km y una velocidad promedio de 62.59 km/h. La velocidad máxima que se maneja es de 120 km/h.



**Ilustración 19. Ciclo EUDC.**

Para vehículos de menor potencia se maneja un ciclo con una velocidad máxima de 90 km/h.

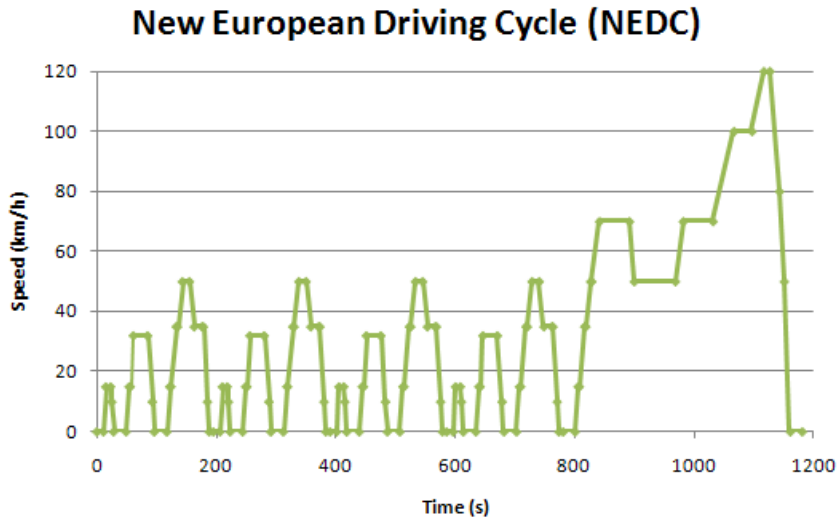


**Ilustración 20. Ciclo EUDC para vehículos de baja potencia.**

En el NEDC se eliminó el tiempo de espera en ralentí de 40 segundos, y se realiza con arranque en frío del motor. La composición de los 4 ciclos de ECE y EUDC se le conoce también como ciclo MVEG-A.

El consumo en condiciones reales depende mucho del estilo de conducción y la carretera por la que se circule.





**Ilustración 21. Nuevo Ciclo de Conducción Europeo.**

### 3.1.2. WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures)

La prueba de manejo más actual es el Procedimiento Mundial de Ensayo de Vehículos Ligeros Armonizados (WLTP), que mide las emisiones generadas de CO<sub>2</sub> y los gases de escape provenientes de los vehículos. Entró en vigor en septiembre de 2017.

En la prueba anterior NEDC los valores de prueba obtenidos eran valores teóricos, es decir, se basaban en pruebas de laboratorio, a condiciones estándar; en cambio, en el ciclo de prueba WLTP representa los datos de una conducción real en todo el mundo, así que el WLTP es una buena actualización de método de prueba debido a que tiene mejores perfiles de manejo en una vida cotidiana.

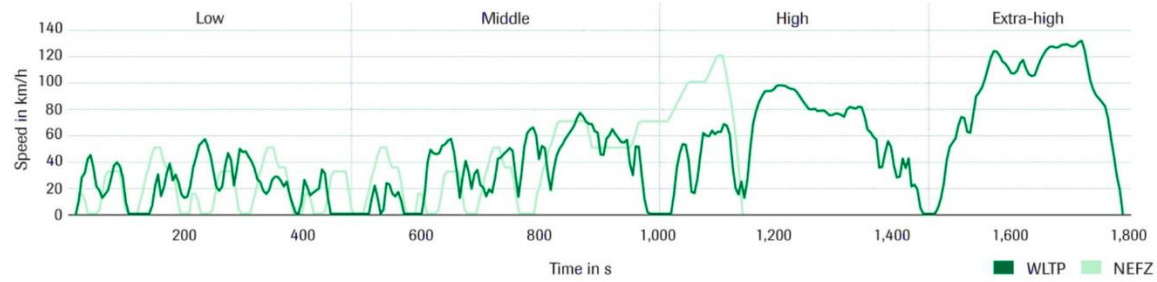
Este ciclo se divide en 4 fases a diferentes velocidades promedio: velocidades bajas, medias, altas y extremadamente altas. Este ciclo de manejo es realista, ya que se manejan situaciones comunes, como una conducción en tráfico urbano o conducción en vías rápidas como autopistas, se toma en cuenta el peso del vehículo en función del número de personas y la carga que lleva, el tipo de combustible, los neumáticos, los diferentes puntos de cambio de marcha para cada vehículo; sin tener en cuenta la estandarización.

El WLTP tiene una mayor duración en comparación con el NEDC (10 minutos más), ahora la duración del nuevo ciclo es de 30 minutos. Hay más aceleraciones y frenados, haciendo esta prueba más realista.

En la siguiente gráfica se muestra una comparación entre estos dos ciclos de prueba de manejo. La línea de color verde claro hace referencia al ciclo NEDC mientras que la verde oscuro representa el ciclo WLTP.



Speed profile in future "World cycle" WLTP



Source: UN/ECE

Ilustración 22. NEDC vs WLTP.

Como se aprecia, se tienen los cuatro ciclos de manejo a diferentes velocidades; la velocidad máxima que se maneja en este nuevo ciclo es de 131 km/h, la velocidad media incrementa a 46.5 km/h, la distancia de recorrido aumenta a 23,25 kilómetros mientras que la duración es de 323 segundos. La temperatura ambiente es más cercana al clima europeo.

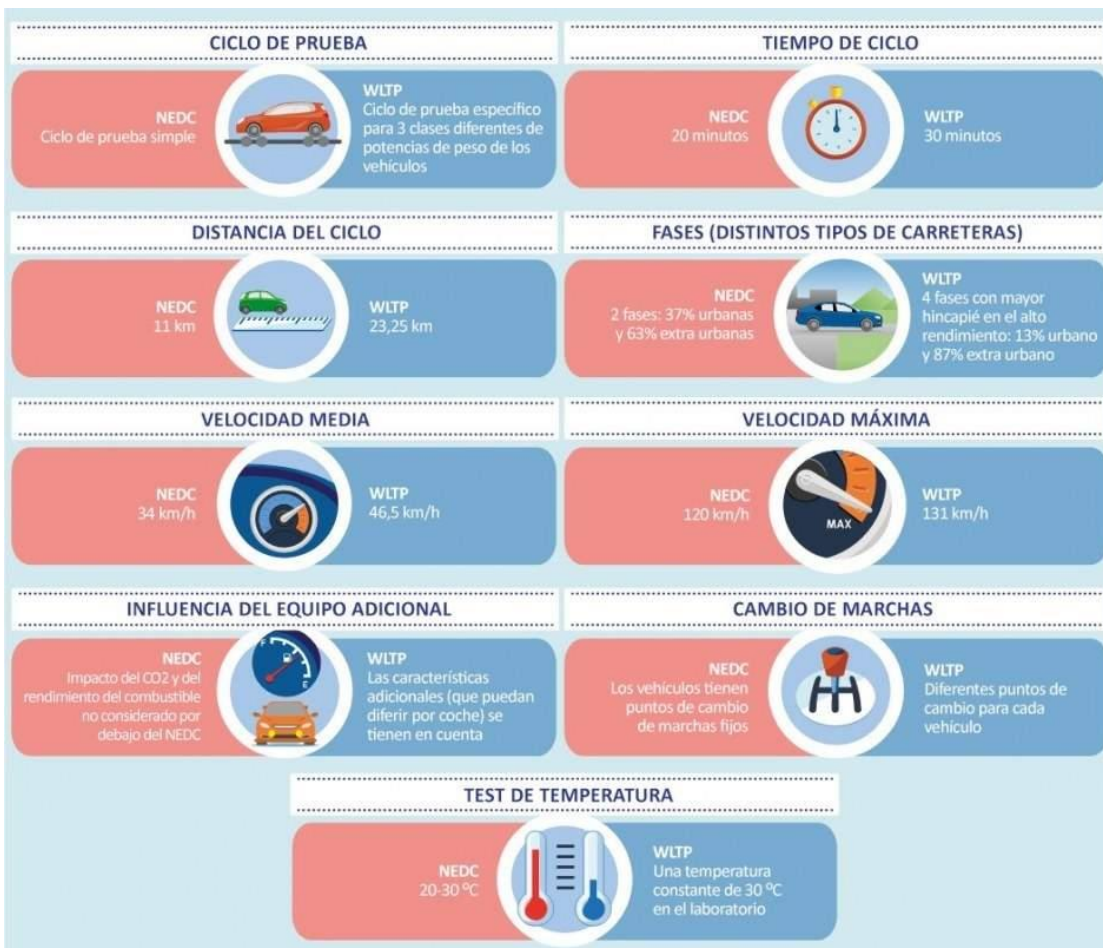


Ilustración 23. Diferencias entre NEDC y WLTP.

**Tabla 12. Comparación de los ciclos NEDC y WLTP.**

	Consejo económico y social	WLTP
Ciclo de prueba	Ciclo de prueba individual	Ciclo dinámico más representativo de la conducción real
Tiempo del ciclo	20 minutos	30 minutos
Distancia del ciclo	11 kilómetros	23.25 kilómetros
Fases de conducción	2 fases, 66% de conducción urbana y 34% no urbana	4 fases más dinámicas, 52% urbanas y 48% no urbanas
Velocidad media	34 kilómetros por hora	46.5 kilómetros por hora
Velocidad máxima	120 kilómetros por hora	131 kilómetros por hora
Influencia del equipo opcional	Impacto en el rendimiento de CO2 y combustible no considerado en NEDC	Las características adicionales (que pueden diferir por automóvil) se tienen en cuenta
Cambios de marcha	Los vehículos tienen puntos fijos de cambio de marcha	Diferentes puntos de cambio de marcha para cada vehículo
Temperaturas de prueba	Mediciones a 20-30 ° C	Mediciones a 23 ° C, valores de CO2 corregidos a 14 ° C

### 3.1.3. Test de Conducción Real RDE (Real Driving Emissions)

La prueba RDE es la encargada de medir los contaminantes provenientes del tubo de escape que se generan mientras un vehículo viaja por la carretera, tales como el NOx.

RDE es un complemento de la WLTP para que se compruebe de manera real, no solo en laboratorio, si no en conducción real en carretera, la generación de bajas emisiones contaminantes provenientes de los automóviles.

Europa es la primera región mundial en aplicar de manera real una conducción en carretera.

La RDE hace sus pruebas sin ninguna restricción, conduciendo en vías públicas enfrentado diferentes condiciones de manejo (Altitudes bajas y altas, diferentes temperaturas y cambios de clima, caminos rurales y urbanos, autopistas). Se instala un equipo con Sistemas Portátiles de Medición de Emisiones (PEMS) para medir las emisiones generadas en tiempo real mientras se conduce.

La información reunida se analiza para saber si se cumplió con lo establecido y las emisiones se encuentren dentro de los niveles aceptados.

### 3.2. Ciclos de prueba de los EE. UU.

#### 3.2.1. FTP-72 (UDDS)

Este ciclo es conocido como Programa de conducción del dinamómetro urbano (UDDS) o ciclo LA-4. Se desarrollo en los principios de los setentas, como un ciclo de conducción urbano. Este ciclo tiene muchas paradas continuas y su distancia de recorrido es de 12.07 km, con una velocidad máxima de 56.7 mph (91.25 Km/h), velocidad promedio de 19.6 mph (31.5 km / h).

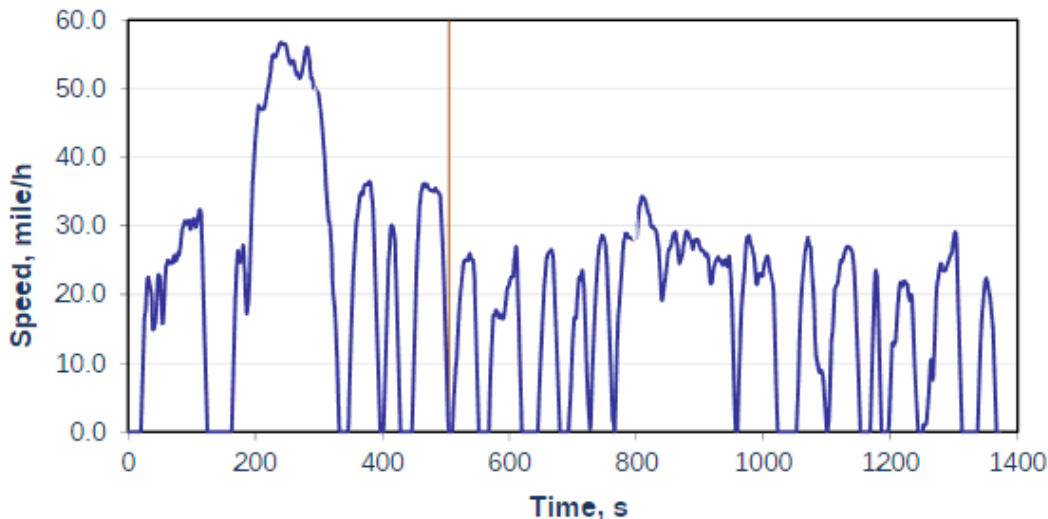


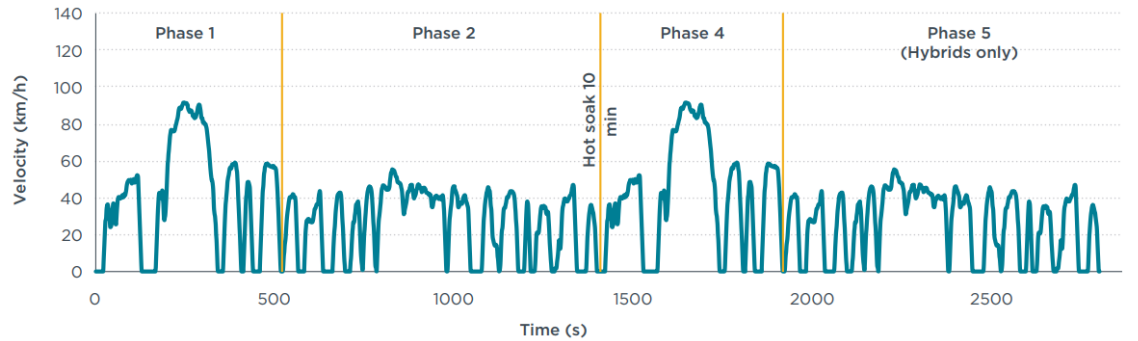
Ilustración 24. Ciclo FTP 72.

Esta grafica muestra el ciclo de conducción con sus dos fases.

La primera fase se realiza en arranque en frio, consta de un tiempo de 505s. La velocidad promedio es de 41.2 km/h, la distancia es de 5.78 km. La segunda fase tiene una duración de 867s.

#### 3.2.2. FTP-75

Se conoce simplemente como prueba FTP, aunque se distingue de la prueba FTP para vehículos pesados diésel, se utiliza para las pruebas de rendimiento de combustible de vehículos ligeros, y también permitiendo la certificación por las emisiones generadas, para valores CAFE. Este ciclo de prueba se genera como complemento del FTP 72 (arranque en frio y transición), igualmente siendo para rutas urbanas o de ciudad, añadiendo la fase de arranque en caliente. Esta fase añadida tiene una duración de 505s y comienza después de que el vehículo se detiene por 10 minutos.



**Ilustración 25. Ciclo FTP 75 incluyendo los autos híbridos.**

Este gráfico muestra las fases, la primera es arranque en frío, a una temperatura ambiente de 20-30°C y una duración de 505s, la fase de estabilidad va de 506-1372s. y la tercera fase (arranque en caliente) con duración de 505s. Para vehículos híbridos se usa una fase extra, pero con la fase de estabilización y una duración de 505s.

El ciclo completo dura 1877s, una distancia de 17.77 km, una velocidad promedio de 34.12 km/h y velocidad máxima de 91,25 km/h, sin incluir la fase para vehículos híbridos.

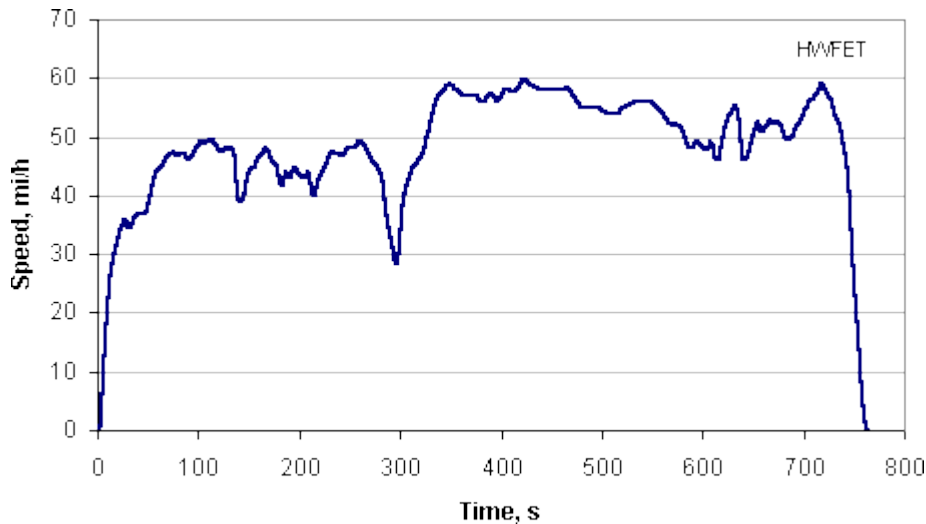
Este ciclo de prueba de economía de combustible parte de la conducción en ciudad.

**Tabla 13. Características del ciclo completo.**

	Units	Phase 1	Phase 2	FTP Non-hybrids	FTP Hybrids	FTP weighted
<b>Duration</b>	s	505	864	1874	2738	1369
<b>Distance</b>	km	5.78	6.21	17.77	23.98	11.99
<b>Mean velocity</b>	km/h	41.20	25.88	34.14	31.53	31.53
<b>Max. velocity</b>	km/h	91.2	55.2	91.2	91.2	91.2
<b>Stop phases</b>		6	13	23	35	18
<b>Durations</b>						
<b>Stop</b>	s	94	147	335	482	241
<b>Constant driving</b>	s	36	73	145	218	109
<b>Acceleration</b>	s	195	349	739	1088	544
<b>Deceleration</b>	s	180	295	655	950	475
<b>Shares</b>						
<b>Stop</b>		18.6%	17.0%	17.9%	17.6%	17.6%
<b>Constant driving</b>		7.1%	8.4%	7.7%	8.0%	8.0%
<b>Acceleration</b>		38.6%	40.4%	39.4%	39.7%	39.7%
<b>Deceleration</b>		35.6%	34.1%	35.0%	34.7%	34.7%
<b>Mean positive acceleration</b>	m/s <sup>2</sup>	0.53	0.49	0.51	0.50	0.50
<b>Max. positive acceleration</b>	m/s <sup>2</sup>	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
<b>Mean positive 'vel * acc' (acceleration phases)</b>	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	5.09	3.17	4.18	3.86	3.86
<b>Mean positive 'vel * acc' (whole cycle)</b>	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	1.97	1.28	1.65	1.53	1.53
<b>Max. positive 'vel * acc'</b>	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	19.19	11.18	19.19	19.19	19.19
<b>Mean deceleration</b>	m/s <sup>2</sup>	-0.57	-0.58	-0.58	-0.58	-0.58
<b>Min. deceleration</b>	m/s <sup>2</sup>	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48	-1.48

### 3.2.3. EPA Highway Fuel Economy Test Cycle (HWFET)

HWFET es un ciclo de prueba referido al manejo en carretera. Se desarrolló por la EPA en EUA, complementándose con el ciclo FTP-75 para los valores de la CAFE.



**Ilustración 26. Ciclo HWFET.**

Esta fase se inicia con arranque en caliente, se repite dos veces, con un descanso no mayor de 17s. La primera prueba es para acondicionar el automóvil y la segunda es para hacer la medición real de las emisiones.

El ciclo dura 765s, una distancia total de 16.45 y una velocidad promedio de 77.7 km/h.

Corporate Average Fuel Economy (CAFE) determina para su norma las emisiones generadas de CO<sub>2</sub> tomando en cuenta las pruebas tanto de ciudad (FTP75) como en carretera (HWFET).

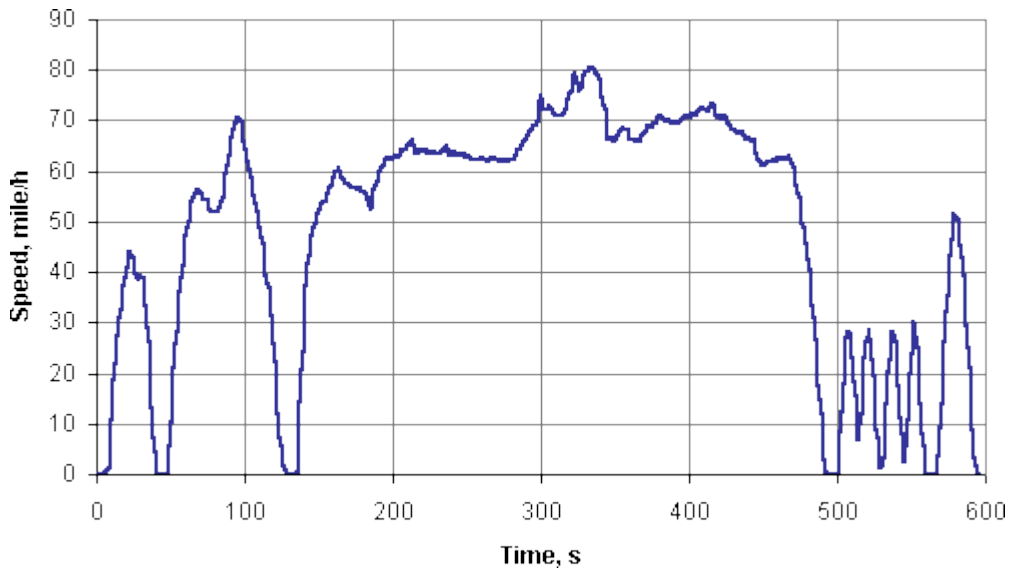
Para el cálculo se usa la siguiente formula:

$$CO_2_{CAFE} = 0.55 \times CO_2_{FTP75} + 0.45 \times CO_2_{HWFET}$$

El coeficiente para zonas urbanas es de 0.55 y para carretera es de 0.45

#### 3.2.4. SFTP-SC03 (Supplemental Federal Test Procedure)

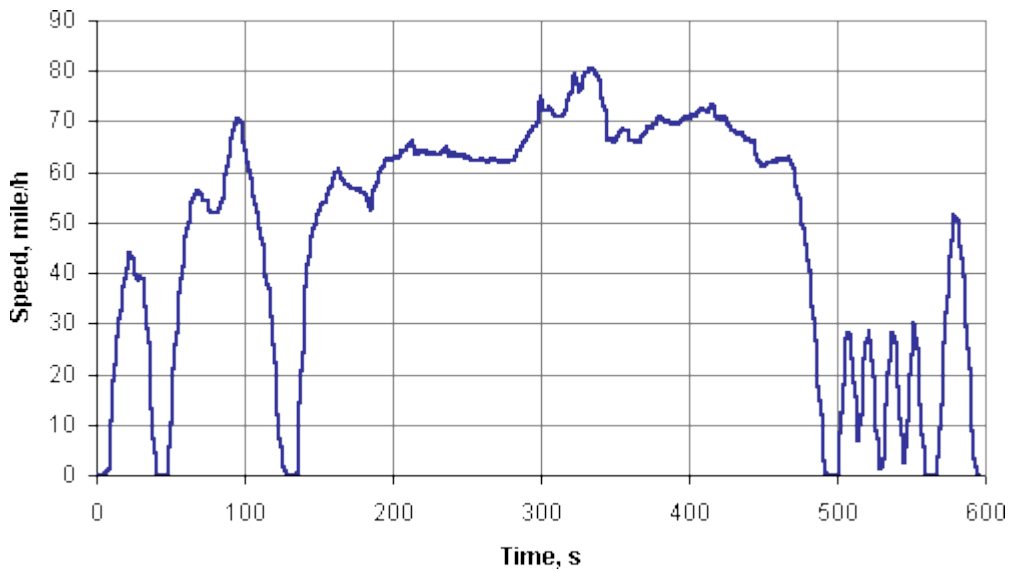
Es una prueba de dinamómetro de chasis a temperatura de 35°C, utilizada para representar la carga del motor y emisiones con base al uso de aire acondicionado, ayuda a determinar la eficiencia de combustible en carretera. Este ciclo simula un recorrido de 3.6 millas (5.8 km) a una velocidad promedio de 21.6 mph (34.8 km/h), velocidad máxima 54.8 mph (88.2 km/h) y una duración de tiempo de 596s.



**Ilustración 27. Ciclo SC03.**

3.2.5. SFTP-US06

El principal objetivo de esta prueba es corregir las deficiencias del ciclo de prueba FTP-75, representando un comportamiento brusco de conducción a velocidades y desaceleraciones altas, con fluctuaciones de velocidad relativamente rápidas; ayuda a determinar la eficiencia de combustible en carretera.



**Ilustración 28. Ciclo US06.**

Este ciclo tiene una ruta total de 8.01 millas (12.8 km), velocidad promedio de 48.4 mph (77.9 km/h), velocidad máxima de 80.3 mph (129.2 km/h) y una duración de 596s.

### 3.3. JAPÓN

A inicios de 1970 Japón estableció límites de emisiones producidas por vehículos ligeros con peso menor a 3 500 kilogramos, los valores fueron establecidos por el “Ministro de Medio Ambiente”. Las normas de emisión para vehículos ligeros han cambiado a lo largo del tiempo, en 1983 se implementó como método de certificación de emisiones vehiculares el ciclo “10 modos”, más tarde fue reemplazado por el ciclo “modo 10-15” y para el año 2005 se introdujo un nuevo ciclo “JC08” que se incorporó de manera completa en 2011, siendo este ciclo el método de prueba vigente para esta nación.

Los “Nuevos Estándares de Emisiones a Largo Plazo” son similares en rigurosidad a la Euro 6, teniendo en cuenta que para el año 2018 las emisiones se probarán basadas en el Procedimiento Mundial de Ensayos de Vehículos Ligeros Armonizados (WLTP por sus siglas en ingles).

#### 3.3.1. Modo 10

Este ciclo se utilizó para la medición de emisiones contaminantes de vehículos ligeros implementado en el año de 1983. El ciclo inicia con un calentamiento de 15 minutos a 40 km/h siendo su máxima velocidad, posteriormente se realiza la siguiente repetición del segmento (imagen 13).

En un segmento se cubre una distancia de 0.664 km a una velocidad promedio de 17.7 km/h, en un tiempo de 135s. El ciclo completo simula seis segmentos de manejo en condiciones urbanas.

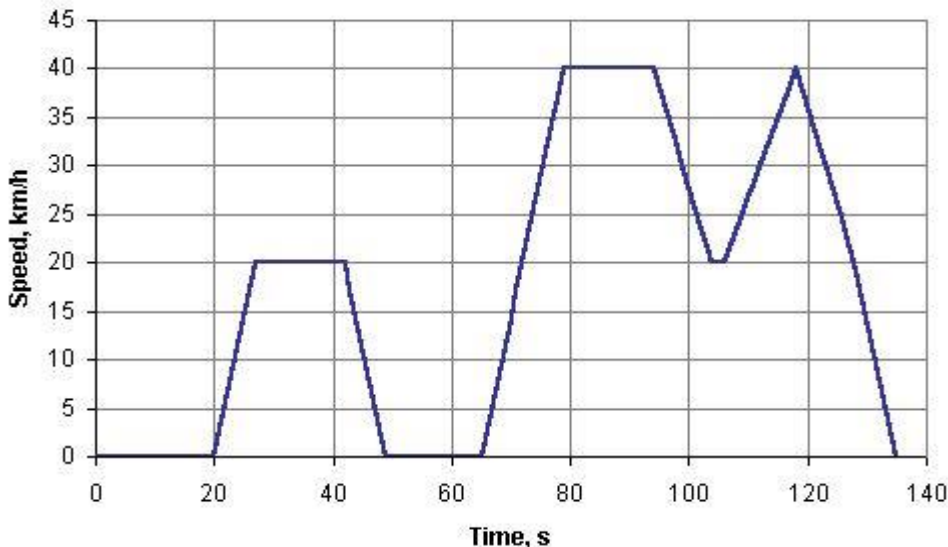


Ilustración 29. Ciclo10.



Las emisiones se miden a partir del segundo segmento, por consiguiente, se tiene un recorrido de 3.32 km en un tiempo de 675s, expresando las unidades de emisiones en g/km.

### 3.3.2. Ciclo Modo 10-15

El ciclo 10-15 es el sucesor del modo 10. Este ciclo determinó la eficiencia de combustible y gases emitidos por vehículos ligeros, agregando otro segmento de 15 modos respecto al modo 10. Se realiza a una velocidad máxima de 70km/h, expresando las emisiones en g/km como en el anterior. El ciclo completo consta de 15 minutos de calentamiento a una velocidad de 60 km/h, un segmento de 15 modos y posterior a este, tres segmentos de 10 modos, para después incluir nuevamente un segmento de 15 modos, respetando la siguiente ecuación:

(modo 3 × 10 + modo 1 × 15)

De manera total el ciclo costa de una distancia de 6.34 km, velocidad de 25.6 km/h y una duración de 892s; determinando las emisiones en los últimos cuatro segmentos como se muestra en la siguiente imagen, después de la fase de calentamiento.

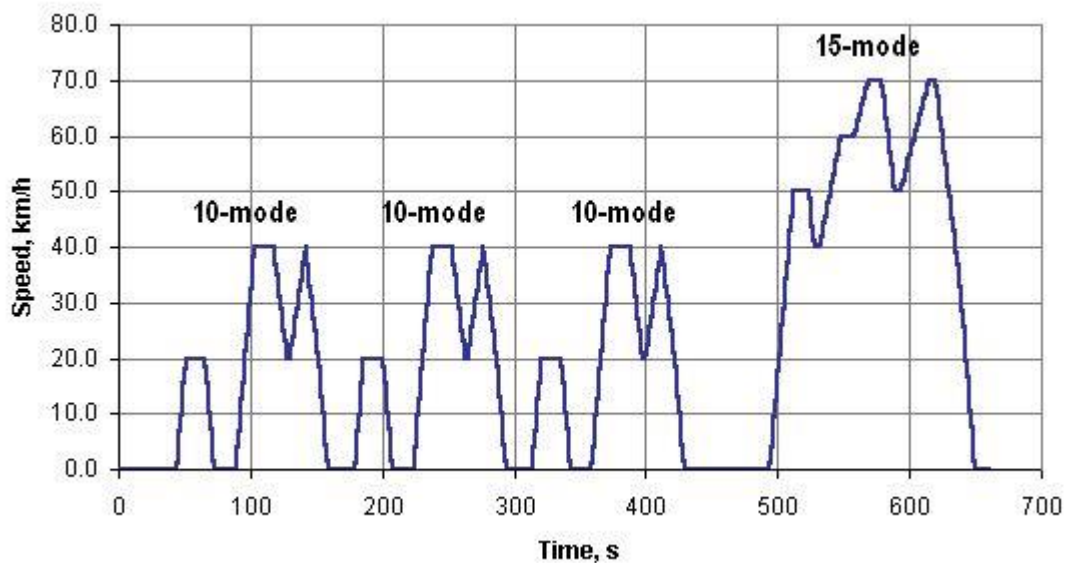


Ilustración 30. Ciclo 10-15.

### 3.3.3. Ciclo JC08

En el año 2005 se introdujo un nuevo ciclo para vehículos ligeros, realizando la prueba del dinamómetro de chasis JC08, la prueba fue reemplazada de manera gradual entre los años 2008 a 2011 sustituyendo al modo 10-15. El ciclo representa conducción en tráfico urbano incluyendo periodos de ralentí, aceleración y desaceleración. Se realizan dos mediciones con arranque en frío y con arranque en caliente.

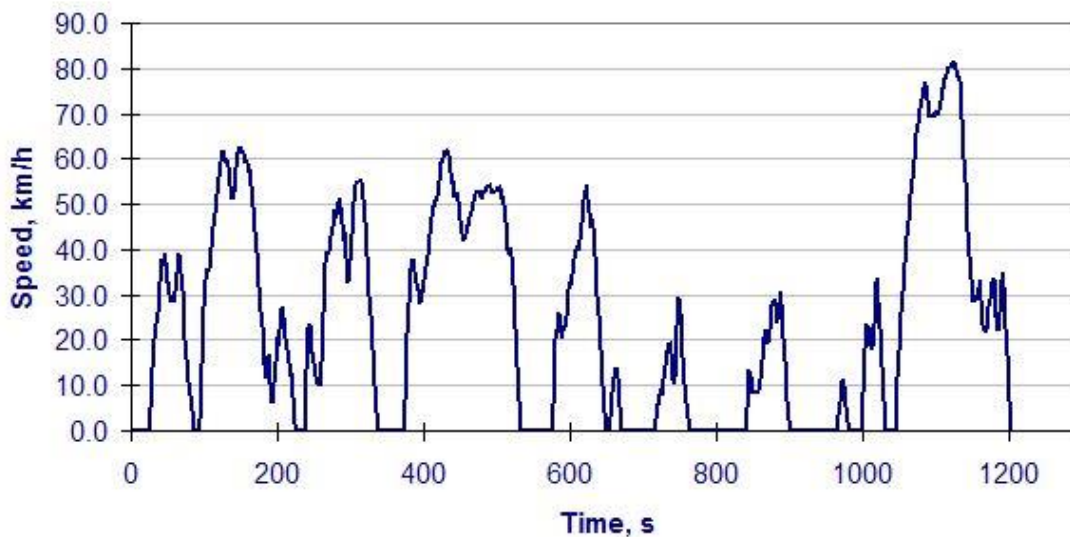


Ilustración 31. Ciclo JC08.

El ciclo completo dura 1204s con una distancia total de 8.171 km, velocidad máxima de 81.6 km/h y velocidad media de 24.4 km/h. Esta prueba es utilizada para determinar el rendimiento de combustible y emisiones en vehículos a gasolina y diésel por debajo de los 3 500 kilogramos de peso.

Comparando el JC08 con el modo 10-15 se obtiene una mejora en el rendimiento de combustible del 10.3% a 24% en km/L siendo el JC08 el ciclo que más combustible exige en eficiencia energética.

Tabla 14. Comparación de los diferentes ciclos.

	Units	FTP75 weighted	HWFET	CAFE	NEDC	JC08	WLTC
<b>Start condition</b>		43% cold / 57% hot	hot		cold	25% cold / 75% hot	cold
<b>Duration</b>	s	1369	765		1180	1204	1800
<b>Distance</b>	km	11.99	16.51		11.03	8.17	23.27
<b>Mean velocity</b>	km/h	31.5	77.7	52.3	33.6	24.4	46.5
<b>Max. velocity</b>	km/h	91.2	96.4		120.0	81.6	131.3
<b>Stop phases</b>		18	2		14	12	9
<b>Durations</b>							
<b>Stop</b>	s	241	4		280	346	226
<b>Constant driving</b>	s	109	126		475	21	66
<b>Acceleration</b>	s	544	338		247	432	789
<b>Deceleration</b>	s	475	297		178	405	719

### 3.4. México

Lamentablemente nuestro país no cuenta con un ciclo de manejo oficial que adopte características propias de las ciudades más importantes o de las carreteras más transitadas, y necesariamente se adopta el de otros países. Sin embargo, se han realizado diversas investigaciones en cuanto a emisiones provenientes del escape de los vehículos, así como también propuestas de ciclo de manejo o conducción, principalmente elaborados por instituciones educativas, con el fin de evaluar el desempeño de los automóviles en esta nación.

Es importante destacar que México por sus características geográficas, debería tener un propio ciclo de manejo el cual muestre de manera gráfica las condiciones promedio de uso de los vehículos, como lo señalan estudios realizados por diversas instituciones de gran renombre.

A continuación, se muestra el gráfico de un ciclo de manejo para el Valle de México que fue propuesto en un estudio.

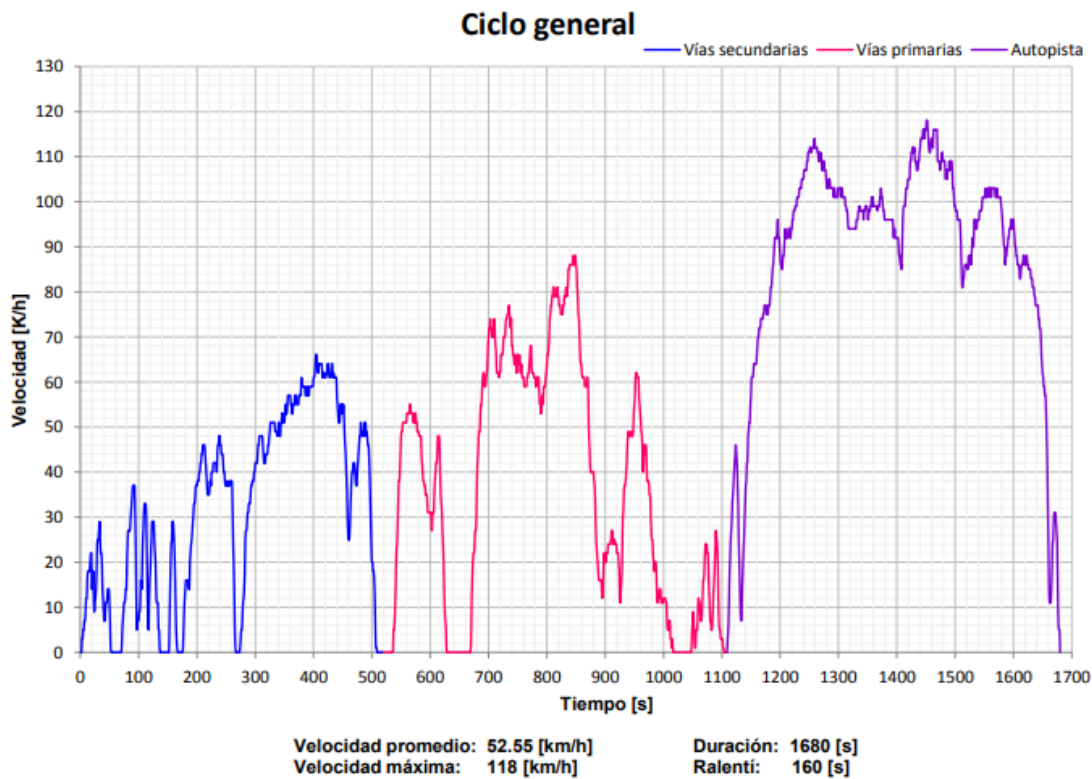
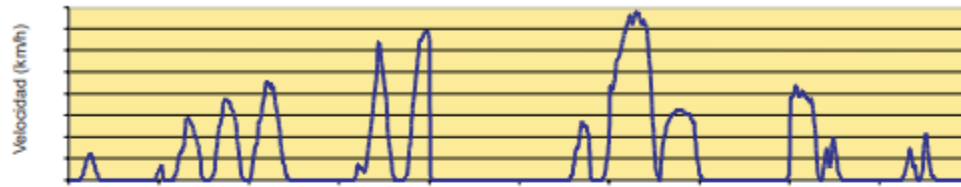


Ilustración 32. Ciclo de manejo para el Valle de México

Se consideraron diferentes horarios, las vías primarias y secundarias más comunes del Valle de México, así como el manejo en autopista.

En otro estudio se proponen los siguientes ciclos de manejo para diferentes zonas en la Ciudad de México.

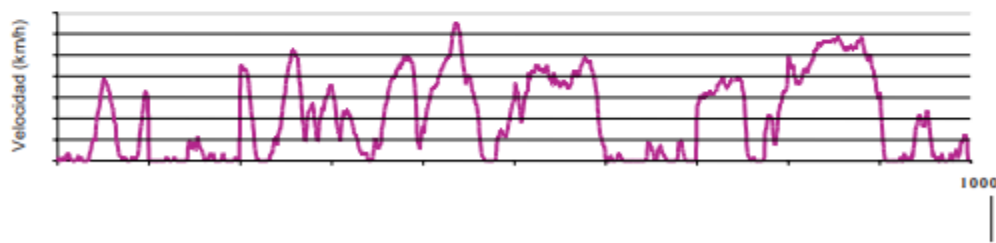
#### Ciclo Ciudad de México (zona Noroeste)



Av. Cuitláhuac y Calzada Vallejo, Egipto, Floresta, Heliópolis, Av. 5 de Mayo, Santa Lucía, Calzada de la Naranja, Calzada de las Armas, Av. de las Culturas, Eje 5 Norte, San Pablo, Av. Gasoducto, Eje 4 Norte, antigua Calzada de Guadalupe, Eje 4 Norte, Calzada Azcapotzalco la Villa, Eje 4 Norte, y Eje 1 Poniente.

**Velocidad máxima 77 km/h, velocidad promedio: 18.2 km/h, duración 966 segundos, distancia recorrida: 4.88 km**

#### Ciclo Ciudad de México (zona Noreste)



Av. de los 100 Metros, Insurgentes Norte, Othon de Mendizábal Oriente, Juan de Dios Batis, Miguel Bernal, Río de los Remedios, A. Acueducto de Guadalupe, Av. Morelos, Cerrada de Allende, Allende, Av. Morelos, Paseo de Zumarraga, Calzada de Guadalupe, Talismán, Eje 4 Norte, Av. José Loreto Fabela, Av. 608, Circuito Interior, Río Consulado, Paganini, Av. Insurgentes y Av. de los 100 Metros.

**Velocidad máx: 65 km/h, velocidad promedio: 22.3 km/h, duración: 1000 seg, distancia recorrida: 6.2 km,**

#### Ciclo Ciudad de México (Centro)

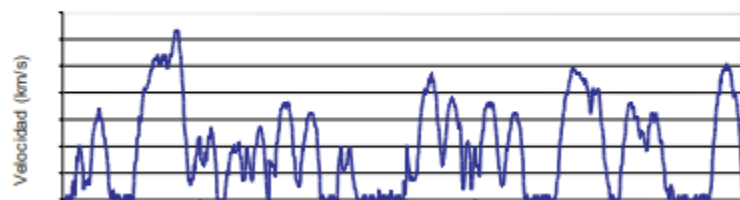


Ilustración 33. Ciclo de manejo para diferentes zonas de la Ciudad de México

Actualmente los ciclos de manejo propuestos son una herramienta muy útil para medir emisiones locales, es decir, nos brindan un panorama bastante amplio en cuanto a la medición y parámetros a considerar para emisiones contaminantes vehiculares y rendimiento de combustible generados únicamente para el caso de México.

No obstante implementar cualquier tipo de acción requiere de un profundo análisis por parte del sector automotriz y gobierno mexicano para que, dichas acciones sean una realidad. Aún falta mucho camino por recorrer en este tema, pero vamos por el sendero correcto en busca de mejorar la calidad del aire, puesto que más del 60% de las emisiones generadas en México provienen del sector transporte.

## 4. CAPITULO 4 - PROPUESTAS PARA MÉXICO

---

El uso, aplicación y medida de una norma para regular las emisiones contaminantes en el país y mejora de rendimiento de combustible, es indispensable para mejorar la calidad del aire y de la misma manera la calidad de vida de la población.

En el proyecto de mejora de la Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-20XX, se encuentra en proceso de actualización por algunas dependencias gubernamentales. Se prevé que la aplicación de la Norma-163 se extienda hasta el año 2025, logrando la disminución de una gran cantidad de gases provenientes del tubo de escape de los automóviles nuevos.

En los capítulos anteriores hemos hablamos de puntos importantes para la disminución de los gases provenientes del tubo de escape de vehículos ligeros, entre estos, la implementación y uso de nuevas tecnologías en los vehículos para generar un ambiente libre de emisiones contaminantes. En la actualización de la Norma 163 se deben no tan solo mantener, sino también generar nuevos incentivos para los corporativos que cumplan y regulen sus emisiones, así como la aplicación de altas y nuevas tecnologías.

Los autos híbridos están creciendo de manera positiva en el país y de la misma manera los vehículos eléctricos disminuyendo el impacto ambiental, sin embargo, no se cuenta con una regulación para ellos dentro de esta norma mexicana.

1. Se propone entonces una regulación para los autos híbridos, los cuales, aunque usan una menor cantidad combustible, se debe conocer la cantidad de emisiones contaminantes que se producen por la combustión.

En el caso de los autos eléctricos, aunque no cuentan con un motor de combustión interna, requieren energía para poder romper con la inercia y generar movimiento. Es entonces indispensable saber cuánta energía es requerida por un motor eléctrico, cuanta energía consumen y el origen de la misma.

En el capítulo 3 hablamos de los ciclos de prueba más indispensables alrededor del mundo. México se basa en el ciclo de prueba estadounidense FTP-75, y en la Norma 011 se especifica de una manera puntual como es realizado el ciclo de prueba. Se destaca que a esta prueba de manejo no se le ha realizado actualización alguna, y se han sostenido las mismas tres etapas desde su implementación. En la actual prueba estadounidense se añaden fases que incluyen a vehículos híbridos, cuestión que México aún no adopta.

2. Para ello se propone realizar una revisión y actualización de la NMX-AA-011-1993-SC, estableciendo un método de prueba para la evaluación de emisiones contaminantes y eficiencia energética para vehículos automotores nuevos de planta que no solo utilicen como combustible gasolina, sino otros medios como el diésel o gas LP. Esta actualización debe contemplar todo el

parque vehicular para años posteriores, debido a ello surge la necesidad de incluir una fase para vehículos híbridos.

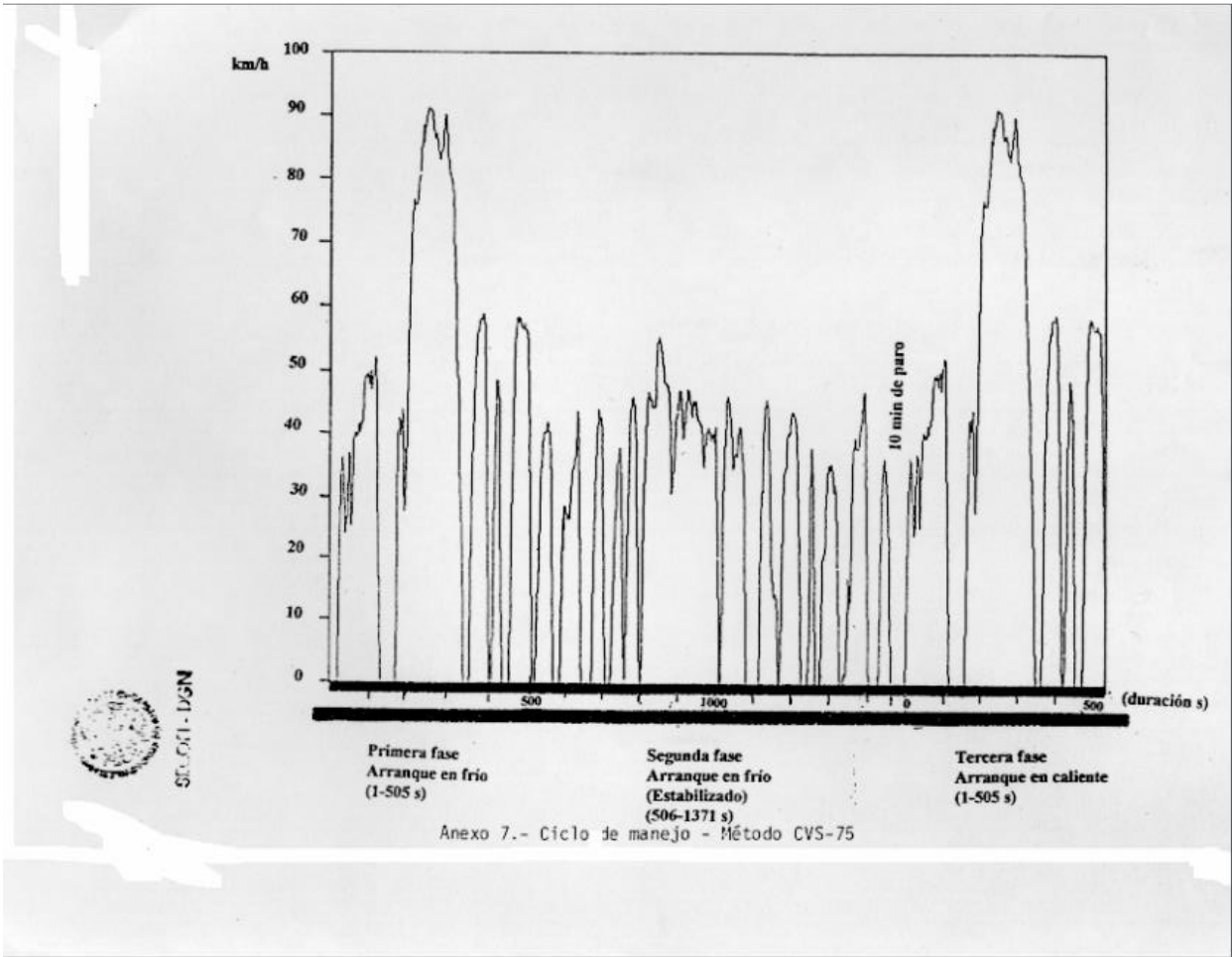


Ilustración 34. Ciclo de manejo FTP-75 obtenido de la NMX-011.

El grafico anterior pertenece al ciclo FTP-75 suscrito en NMX-AA-011-1993-SC.

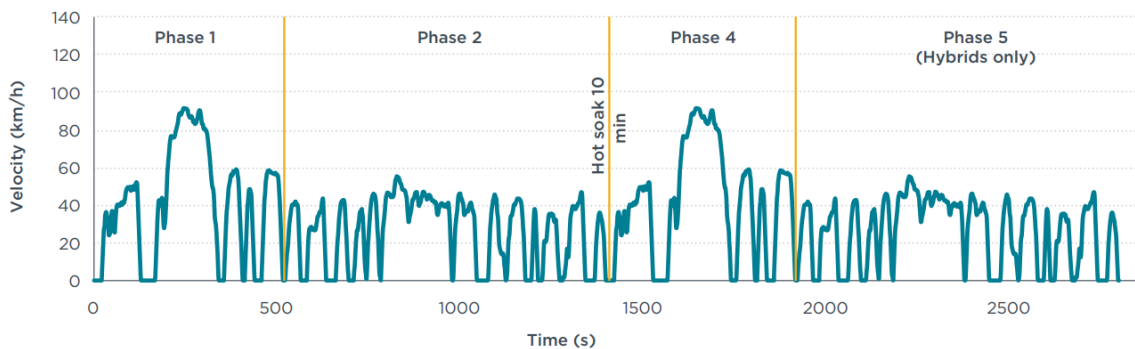


Ilustración 35. Propuesta de actualización del ciclo FTP-75 en la NMX-011 incluyendo la fase de vehículos híbridos.

En el gráfico anterior se muestra el ciclo de conducción FTP-75 actual en EUA, añadiendo una fase para los vehículos híbridos.

Al respecto, vale la pena mencionar que en México, el IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) cuenta con un laboratorio para la realización de diversas pruebas entre las que destacan:

- Determinación de emisiones y rendimiento de combustible.
- Medición de emisiones de escape y evaporativas en vehículos ligeros y medianos.
- Determinación de emisiones de escape.
- Diversos patrones de manejo (EPA-75, HWFET, japoneses, europeos, etcétera).
- Emisiones con combustibles alternos.

Aunque este laboratorio cumple con los requisitos para la verificación de la NOM-163, no es capaz de satisfacer la demanda de pruebas requeridas para cada corporativo y los vehículos nuevos producidos, sin tomar en cuenta que el costo de las pruebas es muy alto, por lo tanto, no es económicamente presupuestable.

Por otra parte, en la LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN, TÍTULO TERCERO “NORMALIZACION”, capítulo I.

Artículo 38, V. se cita:

*“Certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas;”*

Los autos importados que llegan a México cuentan con un certificado de homologación, en el cual se especifica el cumplimiento de la norma del país de origen, en cuanto a emisiones contaminantes, pero en México la NOM-163 no verifica e inspecciona si realmente se cumple con esa homologación por no contar con las pruebas necesarias en el país.

Asimismo, el TÍTULO CUARTO “DE LA ACREDITACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL CUMPLIMIENTO”, capítulo I.

Artículo 68. Se cita:

*“La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes, por el Instituto Federal de Telecomunicaciones o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados y, en su caso, aprobados en los términos del artículo 70”.*



Los vehículos nuevos, se concluye entonces, no cuentan con un certificado nacional acreditando que los gases provenientes de escape son los permitidos, puesto que no se cuenta con un laboratorio de pruebas en México donde se puedan realizar las mismas, solo de aceptan los certificados de origen.

3. Se sugiere entonces que se aplique una homogenización a un ciclo de prueba. En México, los ciclos de prueba utilizados por la industria automotriz son el FTP-75 y el NEDC. Las características vistas, en el capítulo 3, de cada ciclo son diferentes, puesto que varían las velocidades, aceleraciones y la potencia requerida. Los autos provienen de distintos países y la presión, altura, clima, temperatura, el tráfico, parque vehicular, velocidad, entre otros factores de las distintas ciudades, varía con respecto a México y las pruebas se realizan en distintas regiones y condiciones geográficas, causando que los resultados de emisiones contaminantes generadas y el rendimiento de combustible sea diferente al especificado en nuestro país. Por ejemplo, no se puede comparar el rendimiento de combustible entregado de un vehículo en una ciudad de EUA a la Ciudad de México, donde las condiciones de tráfico son muy altas y los límites de velocidad varían.

También en el CAPITULO V, De los Laboratorios de Pruebas. ARTÍCULO 81. Se cita:

*“Se instituye el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas con el objeto de contar con una red de laboratorios acreditados que cuenten con equipo suficiente, personal técnico calificado y demás requisitos que establezca el reglamento, para que presten servicios relacionados con la normalización a que se refiere esta Ley. Los laboratorios acreditados podrán denotar tal circunstancia usando el emblema oficial del sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas”.*

4. Con base en lo anterior se plantea que, en México, deberían existir laboratorios exclusivos para la realización de dichas pruebas, acreditados para ello, y así corroborar los datos suscritos por las empresas. Estos laboratorios podrían ser implementados en diferentes escuelas o universidades, logrando así una participación y vinculación al área laboral por parte de la comunidad estudiantil y por consecuencia tener una experiencia laboral, beneficiando a todas las partes, la académica (Universidades), alumnos que puedan desenvolver sus habilidades y laboratorios privados que tengan personal capacitado para el manejo de equipo.

El automóvil eléctrico ha favorecido al medio ambiente reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> localmente y otros gases contaminantes como los generados con el uso del automóvil convencional de combustión interna. Los vehículos eléctricos son el futuro del transporte, no solo a nivel nacional, sino internacionalmente. Actualmente los autos eléctricos están creciendo de manera paulatina en nuestro país, sin embargo, las estaciones de carga no son suficientes para satisfacer las necesidades de los consumidores, sin dejar a un lado el precio de los vehículos eléctricos.

El tráfico vehicular en la Ciudad de México, Zona metropolitana entre otros lugares conflictivos, es un factor importante y algo que no podemos evitar ya que aumenta el tiempo de traslado, se generan más emisiones contaminantes y el rendimiento de combustible no es el apropiado.

5. Se propone la promoción de planes en materia de subsidios para la adquisición de vehículos eléctricos es indispensable. Con ayuda del gobierno, los usuarios podrían adquirir un vehículo eléctrico y de esta manera impulsar a que las personas, que usan las vías de las zonas más conflictivas con el tráfico<sup>8</sup>, puedan ahorrar “combustible” y ayudar al medio ambiente. Tal acción permitiría además un mejor desempeño de la industria automotriz en cuanto al cumplimiento de la Norma 163.

Si bien es cierto, en los últimos años, las agencias de automóviles otorgan créditos, promoviendo la fácil compra de un vehículo nuevo, es de vital importancia que el gobierno ayude a pagar esta tecnología mediante subsidios a la población a la hora de adquirir un vehículo que: su índice de contaminación sea bajo y su rendimiento energético elevado o en el mejor de los casos que se adquiriera un vehículo eléctrico.

6. La implementación de vehículos eléctricos en las zonas más conflictivas de la Ciudad de México es opción, pudiendo disminuir en grandes cantidades los niveles de contaminación, sabiendo que en ciudad se sufre cada vez más por el tráfico, por lo que los gobiernos locales de ciudades grandes deberían contar con incentivos para la compra de vehículos eléctricos.

La mejora tecnológica es la encargada de hacer más eficientes los vehículos, no obstante, la eficiencia de los automóviles en ciudad es baja. Al incorporar tecnologías aplicadas a los motores de combustión interna para mejorar su rendimiento energético y disminuir el índice de emisiones contaminantes, de manera natural, incrementa el precio del automóvil, debido a la implementación de tecnologías que benefician a la salud del ser humano y la conservación del medio ambiente.

---

<sup>8</sup> Usuarios que pasan más tiempo en el tráfico con su automóvil y generan un gasto mayor de combustible.

7. Se propone aplicar los métodos y medidas necesarios para llevar a cabo el uso de tecnologías que pueda ser más eficientes en una conducción por ciudad, generando subsidios para que las personas se puedan hacer acreedoras de un vehículo eficiente para condiciones de manejo en ciudad. Esta es una tarea gubernamental en beneficio de la población, siendo una inversión a futuro y no un gasto indebido. Incentivando de esta manera la compra de vehículos que implementan tecnología para disminuir los gases del automóvil provenientes del tubo de escape.

Como se vio en capítulos anteriores, los vehículos tienen diferentes rendimientos de combustible en ciudad y carretera. La mayoría de los habitantes usan trayectos de ciudad, ya sea para trasladarse a su trabajo, escuela, etc.

En ciudad la conducción es muy forzada, los vehículos son utilizados a velocidades relativamente bajas, en una secuencia constante de frenar y acelerar, no se puede llegar a más de 80 km/h, no solo por los límites de velocidad, sino por los baches, las constantes paradas por los topes y semáforos, el tráfico y muchas condiciones desfavorables. Mientras que en carretera no existen paradas consecutivas y el tráfico ha quedado atrás. Se tiene una velocidad constante, los límites de velocidad son altos y prácticamente se pueden alcanzar sin problema.

Como se muestra en la Grafica 10. “Grafica Rendimiento de combustible en CIUDAD 2017” en el segundo capítulo, el rendimiento de combustible para el caso de ciudad, es bastante bajo y casi ningún vehículo cumple con la norma si se tomara esta medición como el único parámetro en consideración, al estar por debajo del objetivo exigido para ese año.

Por otro lado, es importante destacar que todos los automóviles o la gran mayoría rebasan el nivel de exigencia de la norma para ese año en rendimiento de combustible, para condiciones de carretera (velocidades relativamente altas, por encima de los 90 km/h) como se observa en la Gráfica 11.

8. Teniendo en consideración lo anterior y sabiendo que ningún vehículo cumpliría la norma si estuvieran sujetos al rendimiento de combustible en ciudad como único parámetro de medición, se propone que, en la actualización de la norma NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, se contemple un modelo el cual exija a los vehículos un mayor rendimiento de combustible en condiciones de ciudad, independientemente del rendimiento de combustible combinado, que es utilizado actualmente para verificar el cumplimiento de la norma. Es decir, un modelo único de exigencia en rendimiento de combustible para condiciones en las cuales el automóvil se desplaza a velocidades relativamente bajas, teniendo en consideración todos los factores como el frenar y acelerar de manera constante y los tiempos de espera en semáforos.

Se requiere de un modelo el cual similar al rendimiento de combustible combinado, cumpla con objetivos definidos y año con año sea más estricto que su anterior parámetro. Este modelo ayudaría a tener vehículos con mayor rendimiento energético en la ciudad, destacando que no siempre se conduce en condiciones de carretera, pero sí, casi siempre en condiciones de ciudad o en una gran mayoría. De esta manera obtendremos un nuevo parámetro que ayudaría a mejorar el rendimiento de combustible para un caso en el cual la mayoría utiliza los automóviles.

Ecuación de rendimiento de combustible.

En la NOM-163 se utiliza un factor de conversión para el cálculo de rendimiento energético se basa en el tipo de combustible (gasolina o diésel). Sin embargo, esta no es la manera más sencilla para el cálculo del rendimiento, puesto que es una equivalencia a partir del promedio corporativo ponderado observado (PCPO) en términos de emisiones de bióxido de carbono.

(Ver anexo 1, sección 5.3)

9. Por lo tanto, se propone el uso de la ecuación que determina directamente el rendimiento de combustible.

El rendimiento de combustible en millas por galón es calculado usando la siguiente ecuación y redondeada a la cantidad más cercana a 0.1 mpg:

$$mpg = \frac{(5174 * 10^4 * CWF * SG)}{((CWF * HC) + (0.429 * CO) + (0.273 * CO_2)) * ((0.6 * SG * NHV) + 5471)}$$

*Ecuación tomada de: Federal Register, Department of Transportation, Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards; Final Rule, Vol. 75, No. 88, pag. 25706.*

Donde:

HC= gramos/milla hidrocarburos

CO= gramos/milla monóxido de carbono

CO<sub>2</sub>= gramos/milla bióxido de carbono

CWF= fracción de peso de carbono

NHV= Valor Calorífico Neto

SG= Gravedad específica o peso específico

El rendimiento de combustible en km/l se da a partir de la conversión siguiente:

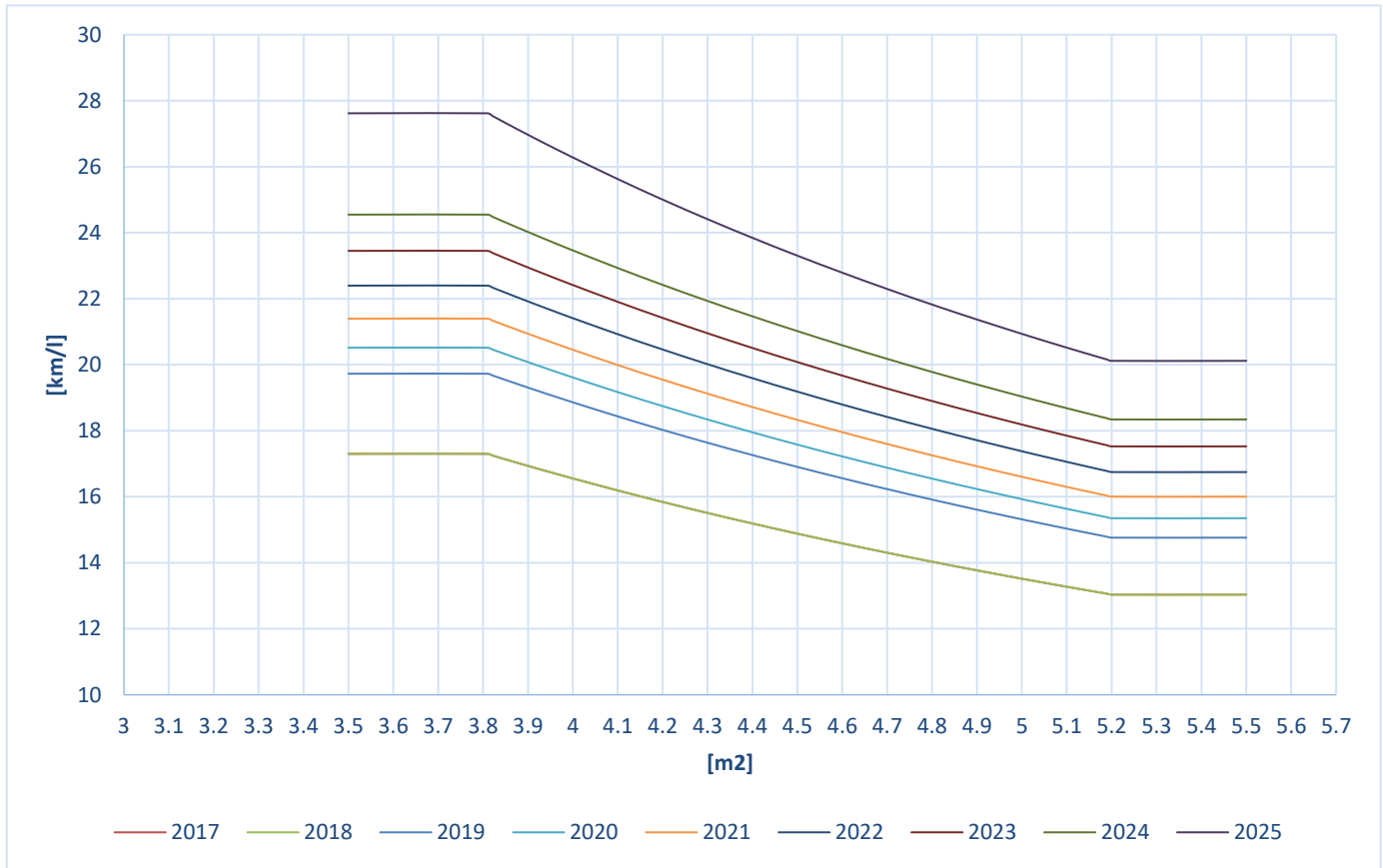
$$1 \frac{\text{milla}}{\text{galón}} * \frac{1.609 \text{ km}}{1 \text{ milla}} * \frac{1 \text{ galón}}{3.785 \text{ l}} = 0.425 \text{ [km/l]}$$

1 milla= 1.609 km

1 galón (americano)= 3.785 l

Con la implementación de nuevas y mejores tecnologías aplicadas a vehículos ligeros, por ejemplo, las descritas en el capítulo dos (star-stop, inyección directa, desactivación de cilindros, entre otras), se propone un gráfico que mejora el rendimiento de combustible para años posteriores.

10.A continuación se presenta el gráfico, el cual propone el rendimiento de combustible que debe alcanzar cada empresa de acuerdo al PCPO Promedio Corporativo Ponderado Observado descrito en la NOM163 en su sección 5.2 Este gráfico de rendimiento de combustible se realizó de la siguiente manera, se determinó un objetivo contemplado para el año 2025 el cual no afecte los intereses económicos futuros de cada manufacturera pero que a su vez exija un grado mayor en el uso eficiente de la energía; con base en lo anterior mencionado se estima que para el año 2025 en México se obtendrá como mínimo 27 km/l según datos de la industria automotriz, es aquí donde surge la propuesta de este gráfico, que sería la Meta propuesta que deberían cumplir los corporativos de la industria automotriz.



Gráfica 12. Rendimiento de combustible a partir del año modelo 2018 hasta el año modelo 2025 en México

Como se muestra en el gráfico se toma en consideración para el año 2018 los mismos parámetros de exigencia en comparación con el año 2016, es decir, se considera el último nivel de exigencia que marca la vigente norma tal y cómo se promulgó en el Diario Oficial de la Federación.

Para los años posteriores a 2018 se observa que el gráfico correspondiente a cada año es de mayor exigencia que su versión anterior. Manteniendo de esta manera un objetivo a cumplir para el año 2025 en cuanto al aumento del rendimiento de combustible, con ello se logra un avance no solo en ahorro energético sino también en tecnologías vehiculares que ayudan a un mejor gasto de combustible. El gráfico muestra el rendimiento de combustible medido en km/l en el eje de la ordenada al origen y la sombra proyectada por el vehículo sobre el suelo en el eje de las abscisas medida en m<sup>2</sup>. Para el caso de la sombra, el límite de acotación es más definido, ya que existe un número disperso de diferentes vehículos y por consecuencia de sombras, es por ello que se contempla el gráfico de esta manera.

También es necesario decir que el gráfico es totalmente aplicable para el PCPM Promedio Corporativo Ponderado Meta, el cual sirve como un criterio de exigencia para visualizar a cada modelo de vehículo en términos de rendimiento de combustible y emisión de gases (principalmente CO<sub>2</sub>).

## CONCLUSIONES

---

Ante el creciente aumento de vehículos particulares en México en los últimos años surge como necesidad regular el parque vehicular por industria automotriz, con ello exigir automóviles con menores emisiones contaminantes y mayor rendimiento de combustible, aplicando tecnología en los motores de combustión interna.

Como podemos observar en el segundo capítulo, entre los diez automóviles más vendidos en el país, 1 de cada 4 vehículos es un NISSAN, teniendo en primer lugar el modelo VERSA, llamando poderosamente la atención que en México existen marcas que llegaron para quedarse como es el caso de VOLKSWAGEN, que cuenta con 2 vehículos entre los más vendidos durante el año de 2017 y CHEVROLET quien presenta 3 modelos.

Esta tendencia dominante por parte de estas tres grandes empresas multinacionales se fortalece en México contribuyendo con vehículos que pueden ser más eficientes en términos de rendimiento de combustible, asimismo ofreciendo empleo a miles de mexicanos mediante la implementación de ensambladoras y manufactureras en varios estados de este país. Pero sin duda alguna el mercado japonés viene empujando con gran fuerza poniendo en venta vehículos que compiten ante cualquier modelo, casos como TOYOTA o HONDA, no dudemos que en un futuro incluirán modelos en la lista de los autos más vendidos en México, porque hay una competencia sana y gracias a ella, el consumidor es el mayor beneficiado.

Por otra parte, es necesaria una revisión y actualización de la NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, que contemple a todos los vehículos automotores que circulan diariamente, por ello es necesario agregar a los vehículos híbridos en esta norma, que como ya vimos en el tercer capítulo, el ciclo de manejo FTP-75 (Estados Unidos de América) agregó una fase extra para la evaluación de esta clase de vehículos, debido al comportamiento de su motor de combustión, no obstante, las menores emisiones que expulsan.

Si bien es muy complicado y por ello muy tardado el surgimiento de un nuevo ciclo de manejo que simule las condiciones para México y que contemple parámetros como la presión atmosférica, condiciones geográficas, límites de velocidad en vías, entre otros factores, sí es posible actualizar el ciclo de manejo descrito por la NMX-AA-11-1993-SCFI, el cual no ha sido revisado desde hace bastante tiempo, y si



tenemos presente que los vehículos han cambiado en su tecnología aplicada a motores resulta muy necesario y de manera urgente una revisión.

Es un hecho que el gobierno mexicano está comprometido con el medio ambiente, firmando acuerdos mundiales en el que se comprometen a bajar índices de contaminación principalmente por bióxido de carbono, sabiendo que en México el mayor consumo de energía y la principal fuente de gases de efecto invernadero es el sector transporte, con base en lo anterior, nace un nuevo reto para esta nación, invertir en tecnología vehicular, teniendo en consideración todo lo que eso conlleva, desde el punto de vista económico, pasando por el tema ambiental y terminando en el tema de consumo de energía. Todos los aspectos deben ser evaluados, en común acuerdo con la industria automotriz y organizaciones gubernamentales.

Reforzando lo anterior es conveniente decir que en México, los consumidores desconocen cómo elegir un vehículo, basada en el tipo de tecnología que tiene así como la satisfacción de sus necesidades y el uso que se le asignará la vehículo, por ello si tenemos demasiada tecnología como el control crucero es necesario mostrar a la población cómo y cuándo es posible hacer uso de dicha tecnología puesto que, si no sabemos utilizarla, hacemos un mal uso de todo el vehículo.

Para el caso de México ya existe un antecedente en cuanto a eficiencia energética en vehículos ligeros y debe continuar el proceso, fortaleciendo y actualizando las normas, este es un pequeño pero gran paso que abre puertas a todo el mercado mundial, un camino que en México se ha realizado de forma correcta y de manera satisfactoria pero aún queda mucho recorrido por caminar y muchas metas por cumplir en cuanto eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes.

## Glosario

---

### CO<sub>2</sub>

Dióxido de carbono - Gas emitido por la combustión de gasolina, diésel, gas lp, etc, afectando el cambio climático.

### DOHC

Doble árbol de levas a la cabeza. Es un tipo de motor que usa dos levas en la cabeza del motor.

### Flota vehicular

Conjunto de vehículos que pertenecen a una empresa.

### GEI

Gases de Efecto Invernadero. Gases que se acumulan en la atmósfera capaces de absorber la radiación infrarroja del sol y reteniendo el calor en la atmósfera, dando lugar al efecto invernadero.

### HC

Hidrocarburos. Compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

### Model-Year

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

### NO<sub>x</sub>

Óxidos de nitrógeno. Es un grupo de gases muy reactivos que contienen nitrógeno y oxígeno en diferentes cantidades.

### Ralentí

Es el punto mínimo de revoluciones por minuto del motor de un vehículo.

## Tabla de ilustraciones

---

Ilustración 1. Objetivos con el paso del tiempo en Brasil.....	12
Ilustración 2. Versa 2017. ....	29
Ilustración 3. Aveo 2017. ....	29
Ilustración 4. Veto 2017.....	30
Ilustración 5. Carburador. ....	39
Ilustración 6. Motor Ecoboost de Ford. ....	39
Ilustración 7. Desactivación de un motor de 8 de cilindros.....	40
Ilustración 8. Posiciones en las cuales se realiza la inyección de combustible.....	41
Ilustración 9. Al quitar el pie del embrague, se apaga el motor.....	41
Ilustración 10. Vehículo híbrido. ....	42
Ilustración 11. Transmisión manual vs. automática. ....	43
Ilustración 12. Funcionamiento de la transmisión manual.....	43
Ilustración 13. Caja de transmisión automática. ....	44
Ilustración 14. Caja de transmisión CVT.....	45
Ilustración 15. Paletas de cambio en una transmisión semiautomática. ....	45
Ilustración 16. Caja de transmisión de doble embrague. ....	46
Ilustración 17. Prueba en dinamómetro de chasis. ....	47
Ilustración 18. ECE 15 Cycle. ....	48
Ilustración 19. Ciclo EUDC.....	49
Ilustración 20. Ciclo EUDC para vehículos de baja potencia.....	49
Ilustración 21. Nuevo Ciclo de Conducción Europeo.....	50
Ilustración 22. NEDC vs WLTP. ....	51
Ilustración 23. Diferencias entre NEDC y WLTP.....	51
Ilustración 24. Ciclo FTP 72. ....	53
Ilustración 25. Ciclo FTP 75 incluyendo los autos híbridos. ....	54
Ilustración 26. Ciclo HWFET. ....	56
Ilustración 27. Ciclo SC03. ....	57
Ilustración 28. Ciclo US06. ....	57
Ilustración 29. Ciclo10.....	58
Ilustración 30. Ciclo 10-15.....	59
Ilustración 31. Ciclo JC08. ....	60
Ilustración 32. Ciclo de manejo para el Valle de México.....	61
Ilustración 33. Ciclo de manejo para diferentes zonas de la Ciudad de México.....	62
Ilustración 34. Ciclo de manejo FTP-75 obtenido de la NMX-011. ....	65
Ilustración 35. Propuesta de actualización del ciclo FTP-75 en la NMX-011 incluyendo la fase de vehículos híbridos. ....	65

## Tabla de gráficas

---

Gráfica 1. Objetivos para los vehículos de pasajeros en Europa de emisiones de CO <sub>2</sub> , basados en el ciclo de prueba NEDC (New European Driving Cycle).....	11
Gráfica 2. Emisiones de CO <sub>2</sub> de algunos países.....	15
Gráfica 3. Rendimiento de combustible en diferentes países.....	16
Gráfica 4. Reducción de emisiones contaminantes.....	17
Gráfica 5. Aumento en la flota vehicular al paso de los años.....	24
Gráfica 6. Producción mensual de vehículos ligeros.....	25
Gráfica 7. Ventas mensuales al público de vehículos ligeros.....	25
Gráfica 8. Venta de vehículos ligeros por corporativo.....	28
Gráfica 9. Gráfica Rendimiento de combustible COMBINADO 2017.....	35
Gráfica 10. Gráfica Rendimiento de combustible en CIUDAD 2017.....	36
Gráfica 11. Gráfica Rendimiento de combustible en CARRETERA 2017.....	37
Gráfica 12. Rendimiento de combustible a partir del año modelo 2018 hasta el año modelo 2025 en México.....	72

## Tablas de referencia

---

Tabla 1. Especificaciones para autos ligeros en diferentes países.....	14
Tabla 2. Producción de vehículos automotores e incremento de 2016 al 2017.....	18
Tabla 3. Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.....	21
Tabla 4. Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel.....	22
Tabla 5. Cifras mensuales de ventas de vehículos al público.....	26
Tabla 6. Cifras mensuales de producción de vehículos automotores.....	27
Tabla 7. Rendimiento de los 10 automóviles más vendidos en México y algunas especificaciones.....	31
Tabla 8. Comparativa entre los 10 vehículos más vendidos en México.....	32
Tabla 9. Ventas totales por marca.....	33
Tabla 10. Dimensiones y rendimiento.....	34
Tabla 11. Datos para obtener el rendimiento de combustible.....	38
Tabla 12. Comparación de los ciclos NEDC y WLTP.....	52
Tabla 13. Características del ciclo completo.....	55
Tabla 14. Comparación de los diferentes ciclos.....	60

## Referencias bibliográficas

---

### **Normas de emisiones y/o rendimiento:**

#### **Canadá**

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION, Passenger Automobile and Light Truck Greenhouse Gas Emission Regulations, 2010.

#### **EUA**

Environmental Protection Agency, Department of Transportation, Federal register, 2017 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions and Corporate Average Fuel Economy Standards; Final Rule, 2017

#### **Brasil**

ABNT, Veículos rodoviários automotores leves — Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escape, 2012

PROMOVENDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AUTOMÓVEIS BRASILEIROS CONPET - Junho de 2005

#### **Union Europea**

**Parlamento Europeo y del Consejo**, Reglamento (CE) nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2007 sobre la homologación de tipo de los vehículos de motor por lo que se refiere a las emisiones procedentes de turismos y vehículos comerciales ligeros (Euro 5 y Euro 6) y sobre el acceso a la información relativa a la reparación y el mantenimiento de los vehículos, 2007.

Rogelio González Oropeza (2005). Los Ciclos de Manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte.

Elnatan Eder Torres González (2017). Normatividad nacional e internacional de emisiones contaminantes para vehículos nuevos en planta (tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Hernández Alcocer Pedro Jair & Sánchez Cortés Ever Ismael & Sandoval Márquez Juan Carlos (2014). Actualización de los ciclos de manejo en el Valle de México para vehículos ligeros (tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

### **Fichas técnicas de vehículos:**

Chevrolet Aveo 2017

Volkswagen Vento 2017

Nissan March 2017

Volkswagen Jetta 2017

Nissan Sentra 2017

Chevrolet Spark 2017

Chevrolet Beat 2017

Nissan Tsuru 2017

Chevrolet Sonic 2017

Nissan Versa 2017

### **Fuentes electrónicas:**

<http://wltpfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/>

<http://www.portalcoches.net/reportajes/nedc-vs-wltp-hacia-unos-consumos-y-emisiones-mas-realistas/15041.html>

<https://corrienteelectrica.renault.es/conoce-wltp-la-nueva-homologacion-del-coche-electrico-que-se-acerca-mas-al-dato-real/>

<http://www.caremissionstestingfacts.eu/rde-real-driving-emissions-test/>

[https://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp\\_ic08.php](https://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp_ic08.php)

[https://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp\\_10mode.php](https://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp_10mode.php)

<https://www.xataka.com/automovil/cuanta-autonomia-real-tiene-un-coche-electrico>

<https://www.transportpolicy.net/standard/japan-light-duty-fuel-economy/>

<https://www.transportpolicy.net/standard/japan-light-duty-emissions/>

<http://www.transportpolicy.net/standard/japan-light-duty-ic08/>

<http://www.redalyc.org/pdf/404/40460301.pdf>

[https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_LDV-test-cycle-conversion-factors\\_sept2014.pdf](https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LDV-test-cycle-conversion-factors_sept2014.pdf)

[https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/2017-Global-LDV-Standards-Update\\_ICCT-](https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/2017-Global-LDV-Standards-Update_ICCT-)

[Report\\_23062017\\_vF.pdfhttps://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-light-duty-fuel-economy-and-ghg/](Report_23062017_vF.pdfhttps://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-light-duty-fuel-economy-and-ghg/)

<https://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-light-duty-emissions/>

<https://www.dieselnet.com/standards/ca/ld.php>

<https://www.transportpolicy.net/standard/canada-light-duty-fuel-consumption-and-ghg/>

<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2012/2012-12-08/html/reg1-eng.html>

<https://www.dieselnet.com/standards/br/ld.php#eff>

<https://www.theicct.org/spotlight/eu-vehicle-targets>

<http://www.total.es/total-medio-ambiente/desarrollo-sostenible/normas-euro.html>

**Paginas oficiales.**

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [www.conuee.gob.mx](http://www.conuee.gob.mx)

Ecovehículos. [www.ecovehiculos.gob.mx](http://www.ecovehiculos.gob.mx)

U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/>

Department Of Energy. <http://www.fueleconomy.gov/>

## Anexo 1

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, Emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos.**

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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) PROVENIENTES DEL ESCAPE Y SU EQUIVALENCIA EN TÉRMINOS DE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE, APLICABLE A VEHÍCULOS AUTOMOTORES NUEVOS DE PESO BRUTO VEHICULAR DE HASTA 3 857 KILOGRAMOS.

CUAUHTÉMOC OCHOA FERNÁNDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ODÓN DE BUEN RODRÍGUEZ, Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA, Director General de Normas de la Secretaría de Economía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio con fundamento en los artículos 26, 32 Bis, fracciones IV, V y XLI, 33, fracciones I y X, 34, fracción XIII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o., fracciones IV, XII y XXI, 6o., 36, 37 BIS, 111, fracción III, 113, 161, primer párrafo, y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1, 2, fracción IV, 10, 11, fracciones IV y V, de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía; 38, fracción II, 40, fracciones I, X y XII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 53 y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 13 del 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; 28, 31, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8, fracciones III y IV, del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2 inciso F, fracción IV, 8 fracciones XIV, XV y XXX, 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; y 21 fracciones I, IX y XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, y

#### **CONSIDERANDO**

Que el artículo 4o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece el derecho que toda persona tiene a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y que, entre los aspectos que deben regularse para garantizar ese derecho, se encuentra el de asegurar una calidad del aire satisfactoria mediante el control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Que México forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde su creación en 1992, habiendo ratificado su participación en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con la firma del Protocolo de Kioto en 1997.

Que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece la facultad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para formular y ejecutar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, así como la de regular los niveles máximos permisibles de emisión de gases provenientes de fuentes fijas y móviles.

Que de acuerdo con la Cuarta Comunicación al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en idioma inglés), México contribuye con el 1.6 por ciento de las emisiones globales totales de gases de efecto invernadero, siendo el sector autotransporte una de las principales fuentes emisoras, contribuyendo con el 20.4 por ciento del total de las emisiones del país, porcentaje que representa 144.6 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente;

Que a pesar que se encuentra vigente la Norma Oficial Mexicana 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, su objeto aborda exclusivamente el control de los siguientes contaminantes: los hidrocarburos no metano y evaporativos, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y las partículas; por lo que se hace necesario establecer las especificaciones de carácter técnico para realizar el cálculo de las emisiones de bióxido de carbono.

Que establecer una regulación para incrementar el rendimiento de combustible en los vehículos ligeros nuevos, tiene como consecuencia la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero,



particularmente de bióxido de carbono, debido a la disminución del consumo unitario de energía. Asimismo, dicha regulación tiene otros beneficios colaterales, como son la disminución de las emisiones de contaminantes locales, la mejora en la calidad del aire y, por lo tanto, la reducción de los impactos negativos en la salud de la población.

Que el gobierno de los Estados Unidos de América, publicó en mayo de 2010, de manera conjunta entre la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y la Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en Carreteras (NHTSA, por sus siglas en inglés), la Regulación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Vehículos Ligeros y el Promedio Corporativo para la Economía de Combustible (Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards), misma que tiene el periodo de aplicación 2012-2016.

Que la regulación sobre emisiones de CO<sub>2</sub> de los Estados Unidos de América, actualmente en vigor, incluye en su cálculo, las emisiones de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), sobre una base de bióxido de carbono equivalente, dado que se reconoce que las emisiones de HC y de CO se oxidan rápidamente a CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, se asumen como parte efectiva del CO<sub>2</sub> emitido por un vehículo.

Que por su parte, Canadá expidió, en octubre de 2010, la regulación que establece los límites de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de vehículos automotores y camionetas ligeras, la cual tiene un periodo de aplicación de 2011 a 2016. En esencia la regulación de Canadá corresponde a una homologación con la regulación de emisiones de GEI de los Estados Unidos de América.

Que en el caso de México, se estimó necesario establecer una regulación que, en la medida de lo posible y de acuerdo a la realidad del mercado nacional, permitiera aplicar criterios empleados en regulaciones internacionales que han demostrado ser eficientes para favorecer la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente del bióxido de carbono, como lo es la de los Estados Unidos de América, replicada por Canadá y que, en algunos casos, se ha visto superada en exigencia por los principales países productores de vehículos automotores como Japón y la Unión Europea que, en los últimos años, han mostrado una marcada tendencia a implementar normas estrictas que favorecen el desarrollo de vehículos más eficientes y con bajas emisiones contaminantes, incluidas regulaciones correspondientes a los contaminantes asociados al efecto invernadero, particularmente el bióxido de carbono;

Que el uso de la metodología de promedios corporativos ponderados por el volumen de ventas, es una flexibilidad que permite a los sujetos regulados, reducir el costo de cumplimiento de la regulación, a través de la posibilidad de balancear su oferta de sus vehículos, considerando tanto el desempeño ambiental, como el rendimiento de combustible de los mismos.

Que del mismo modo, se estimó técnicamente aceptable, sin afectar la finalidad de protección del medio ambiente que se busca con la expedición de la presente norma oficial mexicana, establecer cuatro mecanismos para la generación de créditos que puedan ser aplicados por los corporativos sujetos a su cumplimiento; ello, como una condición mínima para incentivar en el país la producción o la oferta de vehículos que incorporen mejoras tecnológicas, a fin de incrementar el desempeño ambiental y el rendimiento de combustible de los vehículos;

Que aun y cuando el tamaño del mercado nacional no permite la homologación o adopción de la totalidad de los criterios establecidos en otras regulaciones extranjeras, se estimó técnicamente procedente crear para México, una flexibilidad que implica la definición de metas alternativas de cumplimiento para aquellos corporativos que tengan una muy limitada variedad de líneas de vehículos y que, por lo tanto, necesitan un tiempo mayor para adaptar sus vehículos, especialmente en los primeros años, y poder cumplir con la presente norma oficial mexicana. Derivado de lo anterior, se definieron los criterios que deben cumplirse para que los corporativos elegibles puedan acceder a esta alternativa, sin que por ello se afecte la finalidad que persigue el presente instrumento normativo.

Que los beneficios estimados por la aplicación en territorio nacional de normatividad técnica de emisiones de CO<sub>2</sub> que incluya el cálculo de las emisiones de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), sobre una base de bióxido de carbono equivalente para el periodo 2013-2032, son: reducción del consumo de gasolinas: 112.8 mil millones de litros; emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>: 265 millones de toneladas. Con respecto a los contaminantes locales, las emisiones evitadas para el mismo periodo son: para óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>): 546 354 toneladas y para óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>): 88 360 toneladas; la monetización de los beneficios en salud por enfermedades y muertes evitadas, resulta en 26 818 millones de pesos.

Que la regulación técnica que se pretende implementar en territorio nacional, no constituye una barrera comercial, ya que la propuesta regulatoria corresponde a una homologación parcial con la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero para vehículos ligeros y el promedio corporativo para la economía de combustible de los Estados Unidos de América, toda vez que, a partir de las diferencias entre los marcos legales y las condiciones de los mercados de vehículos automotores de los dos países, en esta norma oficial

mexicana, sólo es factible adoptar algunos de los criterios, fundamentos y mecanismos de la normatividad estadounidense.

Que el 9 de mayo de 2012, en cumplimiento al artículo 46, fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se presentó ante el pleno de tres Comités Consultivos Nacionales de Normalización: el de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el de Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y el de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2012, Control de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) y la eficiencia energética aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos, órganos colegiados que acordaron otorgar un periodo de 30 días naturales para que sus miembros formularan observaciones en torno al citado anteproyecto.

Que de conformidad con el artículo 46, fracción II, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Dependencias que desarrollaron el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana recibieron, analizaron y respondieron cada una de las observaciones formuladas por los miembros de los tres Comités antes mencionados y, posteriormente, realizaron las respectivas modificaciones a dicho anteproyecto.

Que por lo anterior, se sometió a consideración del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COMARNAT), el Proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismo que fue aprobado en su segunda sesión extraordinaria del día 4 de julio de 2012 para su publicación en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.); del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y fue aprobado en su segunda sesión extraordinaria del día 4 de julio de 2012 para su publicación en el Diario Oficial de la Federación. y del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio y fue aprobado en su quinta sesión extraordinaria del día 4 de julio de 2012 para su publicación en el Diario Oficial de la Federación, de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que los interesados en el tema, dentro de los sesenta días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presentaran sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sitio en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines número 4209, 4o. piso, ala "B", Fraccionamiento Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, México, Distrito Federal o en el correo electrónico: sylvia.trevino@semarnat.gob.mx.

Que el proyecto señalado en el párrafo que antecede, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 12 de julio de 2012 y, durante el plazo de sesenta días naturales, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes citado.

Que los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de la norma en cita, los cuales fueron analizados por los Comités Consultivos Nacionales de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio.

Que en sesiones extraordinarias celebradas todas el 8 de febrero de 2013, se presentó ante el Pleno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales; del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y de Seguridad al Usuario y del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Información Comercial y Prácticas de Comercio, las respuestas a los comentarios recibidos durante el periodo de consulta pública del proyecto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2012, señalado en los párrafos precedentes, así como las modificaciones realizadas a su texto, derivadas de los comentarios que se consideraron procedentes, por haber sido dichos órganos los que expidieron conjuntamente el proyecto de norma oficial mexicana que se sometió a consulta pública durante 60 días.

Que una vez que cada pleno valoró las respuestas a comentarios y las modificaciones al texto de la norma oficial mexicana, derivadas de dichos comentarios, los Comités Consultivos Nacionales de Normalización señalados en el párrafo anterior, determinaron que, para brindar certeza jurídica y respetar garantía de audiencia de quienes formularon comentarios y solicitaron modificaciones, el proyecto de norma oficial mexicana se sometiera nuevamente a consulta pública.

Que el proyecto de norma se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 20 de febrero de 2013, con el objeto de someterse a una segunda consulta por sesenta días naturales, durante el mismo plazo, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Que los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma en cita, los cuales fueron analizados por los Comités Consultivos Nacionales de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos y de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio, realizando las modificaciones procedentes al proyecto, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que las respuestas a los comentarios de la segunda consulta pública fueron publicadas el 6 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación, de conformidad al artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales aprobó la presente Norma Oficial Mexicana como definitiva, en su segunda sesión extraordinaria celebrada el 31 de mayo de 2013. Asimismo, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos aprobó la presente Norma Oficial Mexicana como definitiva, en su segunda sesión extraordinaria celebrada el 31 de mayo de 2013. Por su parte, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio aprobó la presente Norma Oficial Mexicana como definitiva, en su tercera sesión extraordinaria celebrada el 31 de mayo de 2013.

Que de conformidad con lo establecido en el artículo 28 fracción II, inciso d) del Reglamento de la Ley sobre Metrología y Normalización, el año de la clave de esta norma oficial mexicana, cambia a 2013, debido a que el instrumento regulatorio se presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales para aprobación en el presente año.

Por lo expuesto y fundado, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013, EMISIONES DE  
BIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) PROVENIENTES DEL ESCAPE Y SU EQUIVALENCIA EN  
TÉRMINOS DE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE, APLICABLE A VEHÍCULOS AUTOMOTORES  
NUEVOS DE PESO BRUTO VEHICULAR DE HASTA 3 857 KILOGRAMOS**

**PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana, participaron las siguientes instituciones y empresas:

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C.

Asociación de Normalización y Certificación, A.C.

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.

Comisión Federal de Competencia

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos

CTS-EMBARQ MÉXICO, A.C.

Instituto Mexicano del Petróleo

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional

Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología

Dirección General de Normas

SECRETARÍA DE ENERGÍA

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Dirección General de Industria

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación

**ÍNDICE**

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Especificaciones
6. Programa de Metas Alternativas
7. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
8. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales
9. Bibliografía
10. Vigilancia

**Transitorios****Apéndices informativos****1. Objetivo**

La presente Norma Oficial Mexicana establece los parámetros y la metodología para el cálculo de los promedios corporativos meta y observado de las emisiones de bióxido de carbono expresados en gramos de bióxido de carbono por kilómetro (g CO<sub>2</sub>/km) y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, expresado en kilómetros por litro (km/l), con base en los vehículos automotores ligeros nuevos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3 857 kilogramos, que utilizan gasolina o diesel como combustible cuyo año-modelo sea 2014 y hasta 2016 y que se comercialicen en México.

**2. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los corporativos que comercializan vehículos automotores ligeros nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3 857 kilogramos, excepto cuando el corporativo comercialice en total hasta 500 unidades por año-modelo.

**3. Referencias**

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana se deben observar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002-Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 27 de noviembre de 2002.

Norma Oficial Mexicana 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, numeral 4.4 inciso a), publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 7 de septiembre de 2005.

Norma Mexicana NMX-AA-011-1993-SCFI, Método de prueba para la evaluación de emisiones de compuestos del escape de los vehículos automotores nuevos en planta que usan gasolina como combustible. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 27 de diciembre de 1993.

**4. Definiciones**

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

**4.1 Año calendario**

Periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de un mismo año.

**4.2 Año-modelo**

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

**4.3 Camioneta ligera**

Es un vehículo automotor que cumple con el numeral 4.18 y con los criterios definidos en el Apéndice informativo B.

#### **4.4 Certificado NOM de cumplimiento**

Documento mediante el cual se hace constar que un determinado corporativo cumple con el criterio de aceptación del numeral 5.6 de la presente Norma Oficial Mexicana.

#### **4.5 Ciclo de prueba**

Protocolo de manejo al que deben someterse los vehículos para simular su desempeño en ciudad (FTP) y en carretera (HFET) para determinar las emisiones del escape de dicho vehículo.

##### **4.5.1 Ciclo en ciudad FTP**

Ciclo de prueba consistente en tres fases, en donde se simula en un dinamómetro de chasis la operación del vehículo bajo condiciones de manejo urbano. Las fases son la de arranque en frío, la transitoria y, la última de arranque en caliente.

##### **4.5.2 Ciclo en carretera HFET**

Ciclo de prueba consistente en una fase, en donde se simula en un dinamómetro de chasis la operación de manejo en carretera del vehículo bajo condiciones de incrementos de velocidad y sin paradas.

#### **4.6 Corporativo**

Persona física o moral, fabricante o importador que realiza la primera enajenación de un vehículo ligero nuevo en territorio nacional.

#### **4.7 Créditos**

Son las diferencias positivas que resultan de la aplicación de los criterios de aceptación del numeral 5.6, así como los montos que resultan del cumplimiento de los criterios establecidos en el numeral 5.5 de esta norma, ambos determinados en unidades de gramos de bióxido de carbono por kilómetro (g CO<sub>2</sub>/km).

#### **4.8 Emisiones de CO<sub>2</sub>**

Son los gases de bióxido de carbono provenientes del escape del vehículo ligero nuevo, en cuyo cálculo se incluyen las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono, según lo establecido en el numeral 5.2.1.

#### **4.9 Factor de conversión**

Valor empleado para convertir de rendimiento de combustible (km/l) a emisiones de bióxido de carbono por kilómetro (g CO<sub>2</sub>/km) y viceversa, el cual se expresa en gramos de bióxido de carbono por litro de combustible.

#### **4.10 Peso bruto vehicular**

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

#### **4.11 PROFEPA**

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

#### **4.12 Promedio corporativo ponderado meta (PCPM) de emisiones de bióxido de carbono**

Es el valor máximo permisible de emisiones de bióxido de carbono expresado en gramos de bióxido de carbono por kilómetro (g CO<sub>2</sub>/km) para el año-modelo regulado, obtenido de acuerdo con el numeral 5.1.

#### **4.13 Promedio corporativo ponderado observado (PCPO) de emisiones de bióxido de carbono**

Es el valor observado de emisiones de bióxido de carbono expresado en gramos de emisiones de bióxido de carbono por kilómetro (g CO<sub>2</sub>/km), para el año-modelo regulado, obtenido de acuerdo con el numeral 5.2.

#### **4.14 Promedio corporativo ponderado observado (PCPO) de rendimiento de combustible**

Es el valor observado de rendimiento de combustible expresado en kilómetro por litro (km/l), para el año-modelo regulado, obtenido de acuerdo con el numeral 5.3.

#### **4.15 Redondeo**

Proceso de aproximar un valor a una cantidad considerando algunas de sus primeras cifras decimales.

Para efectos de la presente norma se usarán los siguientes criterios:

Promedio Corporativo Ponderado Meta (g CO<sub>2</sub>/km): la cifra se redondea al entero más próximo

Promedio Corporativo Ponderado Observado (g CO<sub>2</sub>/km): la cifra se redondea al entero más próximo

Emisiones meta para cada versión de vehículo (g CO<sub>2</sub>/km): la cifra se redondea a un decimal

Sombra (m<sup>2</sup>): la cifra se redondea a dos decimales

Resultados de los ciclos de prueba de ciudad y carretera (g/km): la cifra se redondea a tres decimales en el caso de los hidrocarburos (HC), dos decimales en el caso del monóxido de carbono (CO) y el entero más próximo en el caso del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

#### **4.16 Rendimiento de combustible**

Es el indicador que relaciona la distancia recorrida por un vehículo automotor con el volumen de combustible consumido, expresado en kilómetros por litro (km/l), obtenido en los ciclos de prueba.

#### **4.17 Sombra**

Es una medida del área entre las llantas del vehículo expresada en metros cuadrados calculada de acuerdo con el numeral 5.1.1.

#### **4.18 Vehículo ligero nuevo**

Vehículo de pasajeros o camioneta ligera con un recorrido de entre 0 y 1 000 kilómetros, enajenado por primera vez por el corporativo en territorio nacional, que no excede los 3 857 kilogramos de peso bruto vehicular. Se exceptúa de lo anterior, aquellos vehículos menores de 400 kilogramos, los destinados exclusivamente a circular en vías pavimentadas delimitadas como: pistas de carreras, aeropuertos, pistas de go-karts, u otro campo de transporte similar; así como los empleados para labores agrícolas; para terreno montañoso, desértico, playas o vías férreas; motocicletas, tractores agrícolas o maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y la minería.

#### **4.19 Vehículo de pasajeros**

Vehículo automotor diseñado principalmente para el transporte de no más de 10 personas, el cual cumple con los criterios definidos en el numeral 4.18.

#### **4.20 Versión de vehículo**

Nivel de clasificación del vehículo basado en especificaciones técnicas de los componentes de su tren motriz (motor, transmisión y diferencial) y sombra, de acuerdo al año-modelo correspondiente.

#### **4.21 Ventas del corporativo**

Cantidad de vehículos automotores del mismo año-modelo enajenados por primera vez por el corporativo.

### **5. Especificaciones**

Los corporativos con base en la información de las ventas de sus vehículos por versión del año-modelo regulado, así como a partir de los valores y parámetros de cumplimiento de emisiones meta (cuadros 2 y 3) y de los resultados de las pruebas de emisiones de gases a las que se someten los vehículos, deben calcular los promedios ponderados por volumen de ventas indicados en los numerales 5.1, 5.2 y 5.3 de este instrumento, lo anterior, con el fin de determinar el resultado de los criterios de aceptación indicados en el numeral 5.6.

El cálculo de los criterios de aceptación definidos en el numeral 5.6 de esta norma, se realizará una vez concluida la venta de los vehículos de año-modelo 2016, de conformidad con la última fecha establecida en el Cuadro 9 de esta norma. Para calcular el criterio de aceptación para los vehículos de los años-modelo 2014, 2015 y 2016 se emplearán la fórmula 1, la fórmula 2, o bien, la fórmula 3, según corresponda de conformidad con el numeral 5.6 de esta norma.

En caso de que dos o más corporativos decidan intercambiar créditos, con base en lo establecido en el numeral 5.6 de esta norma oficial mexicana, cada uno de ellos deberá notificar a la PROFEPA, por medio del aviso de notificación de transferencias entre corporativos, la forma en que se adjudicarán las diferencias positivas entre ellos.

#### **5.1 Promedio corporativo ponderado meta (PCPM) en términos de emisiones de bióxido de carbono.**

El valor del PCPM es el resultado de la suma del producto de las emisiones de bióxido de carbono meta (g CO<sub>2</sub>/km), para cada versión de vehículo, ponderado por el porcentaje de ventas reportadas para cada año-modelo, de acuerdo con los valores y los parámetros asociados con la sombra, los cuales se señalan en los cuadros 1, 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

El PCPM en término de emisiones de CO<sub>2</sub>, se calcula de la siguiente manera:

$$PCPM_{gCO_2/km} = \sum_i^n (Emisión_{meta})_i * \frac{Ventas_i}{Ventas_{tot}}$$

en donde:

PCPM<sub>g CO<sub>2</sub>/km</sub> = promedio corporativo ponderado meta expresado en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro (gCO<sub>2</sub>/km) para cada año-modelo regulado.

Ventas<sub>i</sub> = ventas del año-modelo de la versión *i* del vehículo del corporativo

Ventas<sub>tot</sub> = ventas totales por año-modelo del corporativo

(Emisión<sub>meta</sub>)<sub>i</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> meta (g CO<sub>2</sub>/km) de la versión *i* del vehículo, de acuerdo con el punto 5.1.1.

n = número total de versiones de vehículos vendidos del año-modelo.

**5.1.1.** El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> meta (g CO<sub>2</sub>/km) para cada versión de vehículo del año-modelo regulado, se obtiene en función de la sombra para cada versión de vehículo de acuerdo con su clasificación.

Cálculo de la sombra del vehículo:

$$Sombra_i = ((D_{ejes})x(L_{promedio})) / 10\ 000$$

en donde:

Sombra *i* = área de la versión *i* del vehículo expresada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). La cifra se redondea a centímetros cuadrados.

D ejes = distancia longitudinal entre los centros de los ejes delantero y trasero expresado en centímetros (cm). La cifra se redondea hasta el milímetro más cercano.

L promedio = distancia transversal promedio de los ejes delantero y trasero, medida entre los puntos medios de cada llanta, expresada en centímetros (cm). La cifra se redondea hasta el milímetro más cercano.

Una vez determinada la clasificación del vehículo de acuerdo con los criterios del Apéndice informativo B, se identifica el segmento de sombra que le corresponde a cada vehículo según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Segmentos de sombra

Clasificación	Segmento de sombra (m <sup>2</sup> )		
Vehículos de pasajeros	≤ 3.81	> 3.81 y < 5.20	≥ 5.20
Camionetas ligeras	≤ 3.81	> 3.81 y < 6.13	≥ 6.13

Las emisiones de CO<sub>2</sub> meta deberán ser determinadas para cada segmento de sombra como sigue:

Vehículos de pasajeros

(a) Para vehículos de pasajeros con una sombra igual o menor a 3.81 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser seleccionado, para el año-modelo regulado, de la columna A del Cuadro 2.

(b) Para vehículos de pasajeros con una sombra igual o mayor a 5.20 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser seleccionado, para el año-modelo regulado, de la columna B del Cuadro 2.

(c) Para vehículos de pasajeros con una sombra mayor a 3.81 m<sup>2</sup> y menor a 5.20 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser calculado usando la siguiente ecuación y redondeado al decimal más cercano, de acuerdo con el año-modelo regulado.

$$\text{emisiones meta de CO}_2 = (C * \text{sombra}) + D$$

en donde:

sombra = área entre las llantas del vehículo expresada en metros cuadrados calculada de acuerdo con el numeral 5.1.1.

C y D = valores seleccionados de las columnas C y D (parámetros de cálculo) del Cuadro 2 para el año-modelo regulado

Cuadro 2. Valores y parámetros para el cálculo de las emisiones meta por versión *i*, aplicables a los vehículos de pasajeros

Año-modelo regulado	Emisiones meta			
	A [g CO <sub>2</sub> /km]	B [g CO <sub>2</sub> /km]	C [g CO <sub>2</sub> /km]/[m <sup>2</sup> ]	D [g CO <sub>2</sub> /km]
2012	155.1	199.5	31.8616	33.7630
2013	151.5	196.0	31.8671	30.1593
2014	147.7	192.1	31.8428	26.4381
2015	142.1	186.5	31.8570	20.7744
2016	135.7	180.1	31.8662	14.3406

#### Camionetas ligeras

(d) Para camionetas ligeras con una sombra igual o menor a 3.81 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser seleccionado, para el año-modelo regulado, de la columna A del Cuadro 3.

(e) Para camionetas ligeras con una sombra igual o mayor a 6.13 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser seleccionado, para el año-modelo regulado, de la columna B del Cuadro 3.

(f) Para camionetas ligeras con una sombra mayor a 3.81 m<sup>2</sup> y menor a 6.13 m<sup>2</sup>, el valor meta deberá ser calculado usando la siguiente ecuación y redondeado al decimal más cercano, de acuerdo con el año-modelo regulado.

$$\text{emisiones meta de CO}_2 = (C \cdot \text{sombra}) + D$$

en donde:

sombra = área entre las llantas del vehículo expresada en metros cuadrados calculada de acuerdo con el numeral 5.1.1.

C y D = valores seleccionados de las columnas C y D (parámetros de cálculo) del Cuadro 3 para el año-modelo regulado

Cuadro 3. Valores y parámetros para el cálculo de las emisiones meta por versión *i*, aplicables a las camionetas ligeras

Año-modelo regulado	Emisiones meta			
	A [g CO <sub>2</sub> /km]	B [g CO <sub>2</sub> /km]	C [g CO <sub>2</sub> /km]/[m <sup>2</sup> ]	D [g CO <sub>2</sub> /km]
2012	188.9	252.9	27.5681	83.8571
2013	183.6	247.7	27.5713	78.6107
2014	179.5	243.5	27.5622	74.4906
2015	172.1	236.1	27.5620	67.1413
2016	163.6	227.6	27.5647	58.6297

El Apéndice informativo C de esta Norma Oficial Mexicana muestra el equivalente en rendimiento de combustible de los valores y parámetros de los Cuadros 2 y 3.

#### 5.2 Promedio corporativo ponderado observado (PCPO) en términos de emisiones de bióxido de carbono.



El valor del PCPO es el resultado de la suma del producto de las emisiones de bióxido de carbono, para cada versión  $i$  de vehículo, ponderado por su volumen de ventas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PCPO_{gCO_2/km} = \sum_i^n (EC_{observada i}) * \frac{Ventas_i}{Ventas_{tot}}$$

en donde:

$PCPO_{gCO_2/km}$  = promedio corporativo ponderado observado, expresado en emisiones (g CO<sub>2</sub>/km) para cada año-modelo

$EC_{observada i}$  = emisión de CO<sub>2</sub> observada de la versión  $i$  (emisiones de bióxido de carbono del corporativo (g CO<sub>2</sub>/km) que se reportan por versión y categoría de los vehículos para cada año-modelo con base en el resultado de los cálculos descritos en el numeral 5.2.1.)

$Ventas_i$  = ventas del año-modelo de la versión del vehículo  $i$  del corporativo

$Ventas_{tot}$  = ventas totales del año-modelo del corporativo

**5.2.1.** El cálculo de las emisiones de bióxido de carbono (g CO<sub>2</sub>/km) observadas, se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$EC_{observada i} = E_{ciudad i} (0.55) + E_{carretera i} (0.45)$$

en donde:

$EC_{observada i}$  = emisión de CO<sub>2</sub> observada de la versión  $i$

$E_{ciudad i}$  = emisiones de CO<sub>2</sub> en ciudad, de la versión  $i$ , medidas a través del ciclo de prueba FTP

$E_{carretera i}$  = emisiones de CO<sub>2</sub> en carretera, de la versión  $i$ , medidas a través del ciclo de prueba HFET

$i$  = versión del vehículo

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> en ciudad y carretera se emplean las siguientes ecuaciones de acuerdo con el tipo de combustible empleado por el vehículo.

**a)** vehículos que emplean gasolina como combustible

$$E_{i ciudad o carretera} = (FPC/0.273 * HC) + (1.571 * CO) + CO_2$$

en donde:

$E_{i ciudad o carretera}$  = emisiones de CO<sub>2</sub>, de la versión  $i$ , en el ciclo de prueba correspondiente

FPC = fracción peso de carbón en el combustible de prueba

HC = gramos por kilómetro de hidrocarburos totales emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

CO = gramos por kilómetro de monóxido de carbono emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

CO<sub>2</sub> = gramos por kilómetro de bióxido de carbono emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

**b) vehículos que emplean diesel como combustible**

$$E_i \text{ ciudad o carretera} = (3.172 \times \text{HC}) + (1.571 \times \text{CO}) + \text{CO}_2$$

en donde:

$E_i$  ciudad o carretera = emisiones de  $\text{CO}_2$ , de la versión  $i$ , en el ciclo de prueba correspondiente

HC = gramos por kilómetro de hidrocarburos totales emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

CO = gramos por kilómetro de monóxido de carbono emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

$\text{CO}_2$  = gramos por kilómetro de bióxido de carbono emitidos durante el ciclo de prueba correspondiente por el vehículo de la versión  $i$

**5.2.1.1** Las emisiones de bióxido de carbono, monóxido de carbono e hidrocarburos totales provenientes del escape de los vehículos automotores objeto de la presente Norma Oficial Mexicana, deberán medirse con base en los procedimientos y equipos previstos en la Norma Mexicana NMX-AA-011-1993-SCFI o la actualización de la misma, referida en el numeral 3 de este instrumento.

**5.3.** La determinación del PCPO en términos de rendimiento de combustible (km/l) es una equivalencia a partir del promedio corporativo ponderado observado (PCPO) en términos de emisiones de bióxido de carbono y se obtiene de la siguiente manera:

$$PCPO_{km/l} = \frac{[(\%ventas)(FC)]_{gas} + [(\%ventas)(FC)]_{diesel}}{PCPO_{gCO_2/km}}$$

en donde:

$PCPO_{km/l}$  = promedio corporativo ponderado observado, expresado en rendimiento de combustible (km/l)

$FC_i$  = factor de conversión para combustibles (g  $\text{CO}_2$ /l) de acuerdo al Cuadro 4

$PCPO_{gCO_2/km}$  = promedio corporativo ponderado observado, expresado en emisiones de  $\text{CO}_2$  (g  $\text{CO}_2$ /km)

Cuadro 4. Factores de conversión de  $\text{CO}_2$  por tipo de combustible

Tipo de combustible	Factor de conversión (g $\text{CO}_2$ /l)
Gasolina	2347.6970
Diesel	2689.2714

Fuente: Regulación Final de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Vehículos Ligeros y el Promedio Corporativo para la Economía de Combustible (Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards. Final Rule, mayo de 2010).

**5.4.** Los corporativos que para los años modelo 2012 y 2013 certifiquen líneas de vehículos a través del “nuevo ciclo de prueba europeo” (NEDC por sus siglas en idioma inglés), obtendrán la equivalencia de emisiones de bióxido de carbono por kilómetro, con respecto al ciclo de prueba establecido en esta norma por medio de las siguientes ecuaciones; lo anterior, con el fin de acreditar la generación de créditos para los vehículos ligeros nuevos de ese mismo periodo.

#### Metodología

A partir de las emisiones de gramos de  $\text{CO}_2$ /km de un vehículo determinado, se obtiene el rendimiento de combustible con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento}_{i[\text{km}/\text{l NEDC}]} = \frac{[FC]_j}{\text{ECobservado}_i}$$

en donde:

Rendimiento = rendimiento de combustible observado del vehículo  $i$ , expresado en km/l.

FC = factor de conversión para el combustible  $j$  (g CO<sub>2</sub>/l) de acuerdo al cuadro 4 de esta norma

ECobservado  $i$  = emisión de CO<sub>2</sub> observada de la versión  $i$  reportada por versión y categoría de los vehículos para los años modelo 2012 y 2013, de acuerdo con el nuevo ciclo de prueba europeo (ciclo de prueba NEDC)

Dado que las unidades que se manejan en los factores de conversión se encuentran en millas por galón, es necesario convertir el rendimiento combinado de kilómetros por litro (km/l medida original) a millas por galón (mpg), por lo que se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento}_{i[\text{mpg NEDC}]} = \text{Rendimiento}_{i[\text{km}/\text{l NEDC}]} * 2.35189580821952$$

Una vez que el rendimiento combinado se encuentra en millas por galón, se utiliza el factor de conversión de ciclo de prueba NEDC al ciclo de prueba establecido en la norma.

El factor de conversión se obtiene de la siguiente manera.

$$FC_{\text{NEDC} \rightarrow \text{Norma}} = 0.0816 * \ln(\text{Rendimiento}_{i[\text{mpg NEDC}]}) + 0.6243$$

Fuente: The ICCT 2007

Después de haber determinado el factor de conversión, el rendimiento equivalente expresado en el ciclo de prueba de la norma, se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{Rendimiento}_{i[\text{mpg Norma}]} = \text{Rendimiento}_{i[\text{mpg NEDC}]} / FC_{\text{NEDC} \rightarrow \text{Norma}}$$

Dado que el rendimiento combinado se encuentra expresado en millas por galón, se hace la conversión a kilómetros por litro (km/l).

$$\text{Rendimiento}_{i[\text{km}/\text{l Norma}]} = \text{Rendimiento}_{i[\text{mpg Norma}]} / 2.35189580821952$$

Finalmente, el rendimiento equivalente al ciclo de prueba de la norma, se transforma en emisiones observadas que se incorporan al cálculo del promedio corporativo ponderado observado.

La transformación se realiza empleando la fórmula siguiente:

$$\text{Rendimiento}_{i[\text{km}/\text{l NEDC}]} = \frac{[FC]_j}{\text{ECobservado}_i}$$

en donde:

Rendimiento = rendimiento de combustible observado del vehículo  $i$ , expresado en km/l.

FC = factor de conversión para el combustible  $j$  (g CO<sub>2</sub>/l) de acuerdo al cuadro 4 de esta norma

ECobservado  $i$  = emisión de CO<sub>2</sub> observada de la versión  $i$  reportada por versión y categoría de los vehículos para los años modelo 2012 y 2013 equivalente, de acuerdo con el ciclo de prueba establecido en la norma.”

## 5.5. Créditos

### 5.5.1. Por esfuerzo anticipado

Tratándose de vehículos automotores de los años-modelo 2012 y 2013, si y sólo si el resultado de la diferencia entre los promedios corporativos ponderados meta y observado es positiva, los corporativos podrán emplear la siguiente fórmula para determinar el monto de los créditos por esfuerzo anticipado.

Si el resultado de la diferencia entre los promedios corporativos ponderados meta y observado es negativa (PCPM-PCPO<0), ya sea para el año modelo 2012 o el 2013, dicha diferencia negativa no será contabilizada en la fórmula del numeral 5.5.1, sino que se empleará un valor igual a cero para ese año modelo.

Los créditos por esfuerzo anticipado se contabilizarán en la evaluación de la conformidad de los vehículos del año-modelo que los corporativos estimen conveniente dentro del periodo de aplicación de la norma, 2014 al 2016, de acuerdo con las fórmulas del numeral 5.6. Criterios de aceptación.

$$\text{CréditoEA}_{2012-2013} = \left[ \left[ \left[ (\text{PCPM}_i - \text{PCPO}_i)_{2012} * \text{Ventas}_{2012} \right] + \left[ (\text{PCPM}_i - \text{PCPO}_i)_{2013} * \text{Ventas}_{2013} \right] \right] * 247760 / \sum \text{Ventas}_{2012-2013} \right] * 1.5$$

en donde:

CréditoEA<sub>i</sub> = crédito por esfuerzo anticipado en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2012-2013

PCPM = promedio corporativo ponderado meta del corporativo *i*

PCPO = promedio corporativo ponderado observado del corporativo *i*

ventas<sub>i</sub> = ventas totales del corporativo *i*

247 760 corresponde al kilometraje estimado asociado con la vida útil de un vehículo<sup>1</sup>

#### 5.5.2. Por introducción de tecnologías altamente eficientes

Para incentivar la introducción de tecnologías altamente eficientes en rendimiento de combustible, que también tienen el potencial de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, los corporativos podrán acceder a créditos siempre que ofrezcan o produzcan en el país vehículos híbridos, híbridos *plug-in* o eléctricos, o bien, vehículos con tecnologías con un rendimiento de combustible equivalente (vehículo altamente eficiente equivalente).

Los créditos se otorgarán a los corporativos de acuerdo con el cumplimiento de alguno de los siguientes criterios:

1. Ofrezcan o produzcan en el país vehículos híbridos, híbridos *plug-in* o eléctricos.
2. Un vehículo altamente eficiente equivalente es aquel cuyas emisiones de CO<sub>2</sub> observadas son 20% menores a las emisiones de CO<sub>2</sub> meta, correspondientes a la sombra de dicho vehículo, a su categoría vehicular y al año-modelo regulado.

Los vehículos indicados en los incisos 1 y 2 corresponden a los años-modelo 2013, 2014, 2015 o 2016.

Los montos máximos de los créditos se especifican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Créditos por tecnologías altamente eficientes

Año-modelo	2013	2014	2015	2016
Emisiones g CO <sub>2</sub> /km	2.7	2.7	2.3	1.8
Equivalencia en km/l	0.251	0.251	0.214	0.168

La fórmula para determinar el crédito por introducción de tecnologías altamente eficientes es la siguiente:

<sup>1</sup> Estimaciones con base en estudios del Instituto Nacional de Ecología (INE, 2010) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, 2010).

$$\text{CréditoTAE}_{i2013-2016} = \left[ \left[ (2.7 * \alpha)_{2013} * \text{Ventas}_{2013} \right] + \left[ (2.7 * \alpha)_{2014} * \text{Ventas}_{2014} \right] + \left[ (2.3 * \alpha)_{2015} * \text{Ventas}_{2015} \right] + \left[ (1.8 * \alpha)_{2016} * \text{Ventas}_{2016} \right] \right] * 247760 / \sum \text{Ventas}_{i2013-2016}$$

en donde:

créditoTAE<sub>i</sub> = crédito por tecnologías altamente eficientes en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

ventas<sub>i</sub> = ventas totales del corporativo *i*

α = 1, si se cumplen los criterios 1 o 2 del numeral 5.5.2; α = 0, en caso contrario

247 760 corresponde al kilometraje estimado asociado con la vida útil de un vehículo

### 5.5.3. Relacionados con sistemas de aire acondicionado

Los créditos asociados a los sistemas de aire acondicionado serán otorgados a los corporativos que proporcionen un programa de penetración de tecnologías más eficientes y de alta hermeticidad en el sistema de aire acondicionado o que programe la sustitución de gases refrigerantes con menos potencial de calentamiento global, que tienen el potencial de reducir el consumo de combustible y las emisiones fugitivas de los refrigerantes y las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes.

El programa deberá especificar, en función de las ventas totales del año modelo regulado, el porcentaje de penetración en los vehículos con sistemas de aire acondicionado que cumplan con los siguientes criterios:

1. Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes a las fugas del gas refrigerante del sistema de aire acondicionado. (Emisiones menores a: 16.6 y 20.7 g/año para vehículos de pasajeros y camionetas ligeras respectivamente, mismas que se determinarán de acuerdo con el procedimiento que se incluya en la norma que se expida para tal efecto) o bien, hacer uso de nuevos gases refrigerantes que presenten un menor potencial de calentamiento global tomando como referencia el refrigerante HFC-134a, y
2. Mejora de la eficiencia del sistema de aire acondicionado que reduzca las emisiones de CO<sub>2</sub> por el escape a través de la aplicación de cualquiera de las tecnologías listadas en el Apéndice informativo D de esta norma o de aquellas que surjan posteriormente.

Para obtener el crédito el programa de penetración que presente el corporativo deberá respetar como mínimo un 80% de la planeación presentada.

El programa considerará los esfuerzos que los corporativos hayan realizado hasta con 3 años de antelación a la entrada en vigor de la norma y especificará la información del Apéndice informativo A relativa a los sistemas de aire acondicionado.

Los montos máximos de los créditos se especifican en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Créditos por sistemas de aire acondicionado

Año-modelo	2013	2014	2015	2016
Emisiones g CO <sub>2</sub> /km	1.4	1.4	1.1	0.9
Equivalencia en km/l	0.131	0.131	0.103	0.085

La fórmula para determinar el crédito relacionado con sistemas de aire acondicionado es la siguiente:

$$\text{CréditoAC}_{i2013-2016} = \left[ \left[ (1.4 * \alpha)_{2013} * \text{Ventas}_{2013} \right] + \left[ (1.4 * \alpha)_{2014} * \text{Ventas}_{2014} \right] + \left[ (1.1 * \alpha)_{2015} * \text{Ventas}_{2015} \right] + \left[ (0.9 * \alpha)_{2016} * \text{Ventas}_{2016} \right] \right] * 247760 / \sum \text{Ventas}_{i2013-2016}$$

en donde:

crédito $AC_i$  = crédito por sistemas de aire acondicionado en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

ventas<sub>*i*</sub> = ventas totales del corporativo *i*

$\alpha = 1$ , si se cumplen los criterios 1 y 2 del numeral 5.5.3;  $\alpha = 0$ , en caso contrario.

247 760 corresponde al kilometraje estimado asociado con la vida útil de un vehículo

#### 5.5.4. Relacionados con la penetración tecnológica

Los corporativos deberán presentar un programa de penetración de tecnologías que permitan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> e incrementar el rendimiento de combustible para los vehículos automotores. El programa debe especificar el porcentaje de penetración de las siguientes tecnologías, con respecto a las ventas totales del año-modelo regulado:

1. Transmisiones de seis o más velocidades
2. Transmisión variable continua
3. Motores de gasolina de inyección directa
4. Válvulas de tiempo variable
5. Sistemas de paro y arranque
6. Sistemas de embrague dual
7. Sistemas de frenos regenerativos
8. Sistemas de reutilización de la energía térmica del escape y pre-calentadores de aceite de transmisión, o
9. Otras aceptadas y reconocidas como tecnologías que generan reducción de consumo de combustible por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de América o por otras autoridades similares en Japón o en la Unión Europea.

Tecnologías adicionales que los corporativos consideren necesario incluir en la lista anterior, deberán ponerse a consideración de la SEMARNAT para su validación y eventual incorporación.

El programa se entregará de acuerdo con el siguiente calendario:

Cuadro 7. Calendario de entrega del programa de penetración tecnológica

Año-modelo regulado	Fecha de entrega
2013 y 2014	Hasta el 30 de octubre de 2013
2015	Hasta el 30 de abril de 2014
2016	Hasta el 30 de abril de 2015

Nota: Las fechas indicadas en el Cuadro 7 aplican para la entrega del programa de penetración de tecnologías más eficientes y de alta hermeticidad en el sistema de aire acondicionado indicado en el numeral 5.5.3 de esta norma oficial mexicana.

La condición indispensable para adjudicar el crédito es que el corporativo respete como mínimo un 80% de la planeación de penetración de tecnologías presentada para cada año-modelo regulado. Los montos de los créditos para cada año-modelo regulado se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Créditos por el programa de penetración tecnológica

Año-modelo	2013	2014	2015	2016
Emisiones g CO <sub>2</sub> /km	1.4	1.4	1.1	0.9
Equivalencia en km/l	0.131	0.131	0.103	0.085

La fórmula para determinar el crédito relacionado con la penetración tecnológica es la siguiente:

$$\text{CréditoPT}_{i2013-2016} = \left[ \left[ (1.4 * \alpha)_{2013} * \text{Ventas}_{i2013} \right] + \left[ (1.4 * \alpha)_{2014} * \text{Ventas}_{i2014} \right] + \left[ (1.1 * \alpha)_{2015} * \text{Ventas}_{i2015} \right] + \left[ (0.9 * \alpha)_{2016} * \text{Ventas}_{i2016} \right] * 247760 \right] / \sum \text{Ventas}_{i2013-2016}$$

en donde:

$\text{créditoPT}_{i2013-2016}$  = crédito por penetración tecnológica en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

$\text{ventas}_i$  = ventas totales del corporativo  $i$

$\alpha = 1$ , si se cumple con lo establecido en el numeral 5.5.4;  $\alpha = 0$ , en caso contrario

247 760 es el kilometraje estimado asociado a la vida útil de un vehículo

## 5.6. Criterios de aceptación

El cumplimiento del corporativo en términos de emisiones de bióxido de carbono, se determina a través de los criterios de aceptación, los cuales se definen al calcular la diferencia que existe entre el promedio corporativo ponderado meta y el promedio corporativo ponderado observado, ambos referidos a los vehículos de cada año-modelo regulado, de conformidad con las siguientes fórmulas:

### Evaluación del cumplimiento 2014-2016

Fórmula 1

$$\text{CA1}_{i2014-2016} = \left[ \left[ (PCPM_i - PCPO_i)_{2014} * \text{Ventas}_{i2014} \right] + \left[ (PCPM_i - PCPO_i)_{2015} * \text{Ventas}_{i2015} \right] + \left[ (PCPM_i - PCPO_i)_{2016} * \text{Ventas}_{i2016} \right] * 247760 \right] / \sum \text{Ventas}_{i2014-2016} \geq 0 \Rightarrow \text{Cumple},$$

en donde:

$\text{CA1}_{i2014-2016}$  = criterio de aceptación 1 del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

$\text{ventas}_i$  = ventas totales del corporativo  $i$  para cada año-modelo regulado

247 760 es el kilometraje estimado asociado con la vida útil de un vehículo

En caso de que el resultado del criterio de aceptación (fórmula 1) sea menor a cero, los corporativos podrán compensar ese monto, por medio de los créditos que hayan generado de acuerdo con el numeral 5.5 de esta norma oficial mexicana, empleando la fórmula 2:

Fórmula 2

$$\text{CA2}_{i2014-2016} = \text{CA1}_{i2014-2016} + \text{CréditoEA}_{i2012-2013} + \text{CréditoTAE}_{i2013-2016} + \text{CréditoAC}_{i2013-2016} + \text{CréditoPT}_{i2013-2016} \geq 0 \Rightarrow \text{Cumple}$$

en donde:

$\text{CA2}_{i2014-2016}$  = criterio de aceptación 2 del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

$\text{CA1}_{i2014-2016}$  = criterio de aceptación 1 del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

$créditoEA_{2012-2013}$  = crédito por esfuerzo anticipado en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2012-2013

$créditoTAE_{2013-2016}$  = crédito por introducción de tecnologías altamente eficientes en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

$créditoAC_{2013-2016}$  = crédito por sistemas de aire acondicionado en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

$créditoPT_{2013-2016}$  = crédito por penetración tecnológica en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2013-2016

Si con la adjudicación de créditos generados por el corporativo, el resultado del criterio de aceptación de la fórmula 2, es menor a cero, los corporativos podrán optar por compensar el diferencial a través de créditos que otros corporativos obtengan al cumplir con sus propios criterios de aceptación.

Las transferencias de créditos entre corporativos deberán contar con el aval de la PROFEPA, la cual contará con la información correspondiente por medio del trámite de aviso de notificación de transferencias entre corporativos que, deberán remitir tanto el corporativo que cede las diferencias positivas, como el corporativo que acepta la transferencia, empleando la fórmula 3:

Fórmula 3

$$CA3_{i2014-2016} = CA2_{i2014-2016} + Transferencia_j \geq 0 \Rightarrow Cumple$$

en donde:

$CA3_{2014-2016}$  = criterio de aceptación 3 del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

$CA2_{2014-2016}$  = criterio de aceptación 2 del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

$Transferencia_j$  = diferencias positivas o créditos provenientes del corporativo  $j$

## 6. Programa de Metas Alternativas

Los corporativos que para el año modelo 2012, hayan registrado ventas anuales totales entre 501 a 2 500 unidades, podrán calificar para incorporarse al programa de metas alternativas previsto en este numeral. El programa les permitirá sujetar, hasta un máximo de 7 500 vehículos, durante el periodo de evaluación de la norma año modelo 2014 al 2016, al cumplimiento de metas de emisión de CO<sub>2</sub> menos exigentes, equivalentes a una reducción del 25%, según su año modelo, categoría vehicular y sombra. Cualquier producción adicional estaría sujeta a las mismas metas que aplican para cualquier otro corporativo que no califica para emplear este mecanismo de flexibilidad.

### 6.1. Criterios para la incorporación y uso del programa:

**6.1.1.** El programa aplica para los vehículos de años modelo 2014, 2015 y 2016.

**6.1.2.** Son elegibles al programa sólo los corporativos con ventas totales anuales de 501 a 2 500 unidades para el año modelo 2012. Si un corporativo es propietario de varias marcas de vehículos, las ventas agregadas deberán ser consideradas para evaluar la elegibilidad. Los corporativos que no tengan ventas registradas en el año modelo 2012, no son elegibles.

**6.1.3.** Los corporativos con ventas mayores a 501 pero inferiores a 2 500 unidades en el año modelo 2012, mantendrán su elegibilidad al programa aun cuando en años modelo posteriores sus ventas crezcan por encima de esta cantidad.

**6.1.4.** En caso de que para el periodo 2014-2016, un corporativo rebase el límite máximo de 7 500 unidades a acreditar, éste determinará qué vehículos de su producción serán asignados al grupo de vehículos sujetos al cumplimiento de las metas alternativas para cada año modelo.



**6.1.5.** En caso de que el corporativo obtenga créditos a partir de aquellas unidades que no aplican al programa de metas alternativas, éstos pueden ser transferidos y usados únicamente para cumplir el mencionado programa; sin embargo, los créditos generados bajo el programa, no pueden ser transferidos fuera del mismo o a otros corporativos.

**6.1.6.** Los créditos generados en este programa expirarán cuando no se ejerzan para el cumplimiento de las especificaciones establecidas en esta norma oficial mexicana para los vehículos de los años modelo 2014, 2015 o 2016.

## **6.2 Criterios de aceptación para el Programa de Metas Alternativas**

El criterio de aceptación para los corporativos que demuestren la elegibilidad al programa de metas alternativas, se empleará en lugar del Criterio de aceptación 1 (CA1) indicado en el numeral 5.6 de esta norma oficial mexicana.

La fórmula del criterio de aceptación aplicable es:

$$CA_{Metas\ alternativas\ i\ 2014-2016} = [ [(1.25 * PCPM_i - PCPO_i)_{2014} * Ventas_{2014}] + \\ [(1.25 * PCPM_i - PCPO_i)_{2015} * Ventas_{2015}] + \\ [(1.25 * PCPM_i - PCPO_i)_{2016} * Ventas_{2016}] ] * 247760 / \sum Ventas_{i\ 2014-2016} \geq 0 \Rightarrow Cumple,$$

en donde:

$CA_{Metas\ alternativas\ i\ 2014-2016}$  = criterio de aceptación del corporativo  $i$  en unidades de gramos de CO<sub>2</sub> para las flotas de año-modelo 2014-2016

Factor de ajuste asociado al programa de metas alternativas = 1.25

$ventas_i$  = ventas totales del corporativo  $i$  para cada año-modelo regulado

247 760 es el kilometraje estimado asociado con la vida útil de un vehículo

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

### **7.1. Disposiciones generales**

**7.1.1** La evaluación de la conformidad con la presente Norma Oficial Mexicana se realizará a través de la obtención del Certificado NOM de cumplimiento, de conformidad con el numeral 5.6 Criterio de aceptación y con el procedimiento indicado en el numeral 7.2.1 de este instrumento.

**7.1.2.** El Certificado NOM lo expide la PROFEPA o en su caso los Organismos de Certificación debidamente acreditados por la entidad de acreditación y aprobados por la PROFEPA.

**7.1.3.** El Certificado NOM se otorga por corporativo y certifica el cumplimiento respecto de sus vehículos automotores nuevos correspondientes a los años-modelo regulados.

**7.1.4.** La PROFEPA, o en su caso, los Organismos de Certificación aceptarán, conforme a los ciclos de prueba requeridos en esta norma, el informe de resultados de laboratorios de prueba acreditados y aprobados o, en su caso, el acta de las unidades de verificación acreditadas y aprobadas, carta o constancia del fabricante que incluya informe de resultados emitidos por laboratorios de pruebas acreditados y aprobados o certificado emitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América o por Organismos de Certificación reconocidos en la Unión Europea o Japón, como información para acreditar el cumplimiento de las disposiciones de esta NOM. Para el caso de otras autoridades de protección ambiental correspondientes al país de origen del vehículo o el país donde se realizan las pruebas, se aceptarán sus certificados, siempre que se acompañen del informe de resultados emitido por el laboratorio de prueba correspondiente.

### **7.2. Procedimiento para expedir el Certificado NOM de cumplimiento**

**7.2.1.** Para obtener el Certificado NOM de cumplimiento, una vez finalizadas las ventas de los vehículos correspondientes al año-modelo 2016, sin exceder el 30 de abril de 2017, los corporativos deberán presentar ante la PROFEPA o en su caso, ante los Organismos de Certificación acreditados y aprobados, el trámite integrado en el Registro Federal de Trámites y Servicios con la homoclave PROFEPA-03-005. Revisión, evaluación y, en su caso, certificación de vehículos nuevos, mismo que incluye la siguiente información:

**A.** Solicitud en escrito libre firmado por el representante o apoderado legal.

- B.** Copia del acta constitutiva del corporativo que solicita el certificado.
- C.** Copia de la cédula del registro federal de contribuyentes.
- D.** Copia del poder mediante el cual se acredite la representación legal del solicitante.
- E.** Domicilio para oír y recibir notificaciones
- F.** Informe del corporativo bajo protesta de decir verdad de ventas totales. Las ventas estarán desagregadas a nivel versión y corresponderán a los vehículos del año-modelo regulado, de conformidad con el Cuadro 9.
- G.** Evaluación del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, de acuerdo al numeral 5. Especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana.
- H.** La información técnica indicada en el Apéndice informativo A.
- I.** De conformidad con los ciclos de prueba requeridos en esta norma, los documentales para acreditar el cumplimiento de la NOM tales como cualquiera de los siguientes:
  - Informe de resultados de laboratorios de prueba acreditados y aprobados o, en su caso, el acta de las unidades de verificación acreditadas y aprobadas,
  - Carta o constancia del fabricante que incluya informe de resultados emitidos por laboratorios de pruebas acreditados y aprobados,
  - Certificado emitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, o por Organismos de certificación reconocidos en la Unión Europea o Japón. Para el caso de otras autoridades de protección ambiental correspondientes al país de origen del vehículo o el país donde se realizan las pruebas, se aceptarán sus certificados, siempre que se acompañen del informe de resultados emitido por el laboratorio de prueba correspondiente.
- J.** El pago de derechos correspondiente, se realizará por cada línea de vehículos.

Las personas físicas o morales que cuenten con el Registro Único de Personas Acreditadas (RUPA), no aplicarán los requisitos de los incisos B, C, D y E anteriores, debiendo señalar en el escrito libre de solicitud, el número de RUPA de la empresa y del representante o apoderado legal de la misma.

La PROFEPA o los Organismos de Certificación podrán consultar a la Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología de la Secretaría de Economía respecto de la identificación de los corporativos.

**7.2.1.1** Los representantes legales podrán presentar la información a que se refiere el inciso G del numeral 7.2.1 por corporativo, de forma que dicha evaluación represente el resultado consolidado del corporativo para los vehículos años modelo 2014-2016.

**7.2.2.** La PROFEPA o en su caso, los Organismos de Certificación acreditados y aprobados, revisarán la documentación presentada y, en caso de detectar alguna omisión en la misma, notificarán al interesado en términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo en un plazo máximo de 15 días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la información.

Los corporativos deberán dar respuesta en un plazo no mayor a 15 días hábiles, contados a partir de que surta efectos la notificación correspondiente, de incumplir este plazo, el trámite será desechado.

**7.2.3.** La PROFEPA o en su caso, los Organismos de Certificación acreditados y aprobados, resolverán el trámite indicado en el numeral 7.2.1 en un plazo máximo de 30 días hábiles, contados a partir del día siguiente a la fecha en que la PROFEPA, o en su caso, los Organismos de Certificación, reciban la documentación e información requerida.

En caso de que al finalizar el plazo de respuesta, la PROFEPA no emita resolución al trámite correspondiente, se entenderá que la resolución de la solicitud es en sentido positivo.

**7.2.4.** Reporte anual de información

Los corporativos, deben presentar, a la PROFEPA o en su caso, a los Organismos de Certificación, la información referente a los incisos F, H e I del numeral 7.2.1 de esta norma, de acuerdo con el siguiente calendario:

Cuadro 9. Calendario

<b>Año-modelo regulado</b>	<b>Fecha de entrega</b>
2012	Hasta el 30 de octubre de 2013
2013	Hasta el 30 de abril de 2014
2014	Hasta el 30 de abril de 2015
2015	Hasta el 30 de abril de 2016
2016	Hasta el 30 de abril de 2017

Nota: Para los años-modelo 2012 y 2013, la información se empleará en la verificación de los créditos de ese periodo.

El corporativo debe contabilizar el total de las ventas de sus vehículos automotores del año-modelo regulado, tal como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Calendario de contabilización de las ventas

<b>Año-modelo regulado</b>	<b>Periodo de contabilización de ventas</b>
2012	Inicio de ventas y hasta el 31 de marzo de 2013
2013	Inicio de ventas y hasta el 31 de marzo de 2014
2014	Inicio de ventas y hasta el 31 de marzo de 2015
2015	Inicio de ventas y hasta el 31 de marzo de 2016
2016	Inicio de ventas y hasta el 31 de marzo de 2017

Los vehículos del año-modelo regulado que sean enajenados por primera vez en territorio nacional, posterior a la fecha indicada en el cuadro 10, se reportarán junto con los vehículos del año-modelo regulado en que se realice dicha enajenación.

### **7.3 Validez del certificado**

El Certificado NOM perderá validez cuando la Procuraduría advierta y, en su caso, acredite que se proporcionó información o documentación falsa.

**7.4** Cuando la versión de un vehículo automotor de un año-modelo certificado conserve las características técnicas de su tren motriz y por lo tanto, se considere que las emisiones de bióxido de carbono no variaron con respecto a la misma versión de vehículo del siguiente año-modelo, el corporativo podrá presentar los resultados de las pruebas de emisiones del año-modelo anterior.

### **7.5. Verificación del Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana**

La PROFEPA verificará el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, conforme a las especificaciones previstas en el numeral 5 de la misma, para tal efecto requerirá la siguiente información:

**a)** Informe del corporativo bajo protesta de decir verdad de ventas totales realizadas del año-modelo regulado desagregadas a nivel versión de los vehículos automotores.

**b)** Evaluación del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, de acuerdo al numeral 5. Especificaciones.

**c)** De conformidad con los ciclos de prueba requeridos en esta norma, los documentales para acreditar el cumplimiento de la NOM tales como cualquiera de los siguientes:

- Informe de resultados de laboratorios de prueba acreditados y aprobados o, en su caso, el acta de las unidades de verificación acreditadas y aprobadas,
- Carta o constancia del fabricante que incluya informe de resultados emitidos por laboratorios de pruebas acreditados y aprobados,
- Certificado emitido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, o por Organismos de certificación reconocidos en la Unión Europea o Japón. Para el caso de otras autoridades de protección ambiental correspondientes al país de origen del vehículo o el país donde se realizan las pruebas, se aceptarán sus certificados, siempre que se acompañen del informe de resultados emitido por el laboratorio de prueba correspondiente.

**d)** La información indicada en el Apéndice informativo A.

### **7.6 Procedimiento de verificación**

La verificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de los vehículos, a integrarse en el reporte anual de información del numeral 7.2.4, podrá efectuarse anualmente.

Las pruebas de verificación para los vehículos se realizarán de acuerdo con el método de prueba que señala la norma mexicana NMX-AA-011-1993-SCFI, o en su caso, de acuerdo con lo señalado en el numeral 5.2.1.1 de esta Norma Oficial Mexicana.

La verificación deberá sujetarse al procedimiento siguiente:

- I. La verificación se efectuará por personal de la PROFEPA.
- II. La prueba consistirá en realizar dos mediciones de los gases por el escape utilizando el mismo vehículo de certificación, en el lugar y bajo las condiciones originales de prueba o un vehículo de prueba proporcionado por el corporativo en el lugar que designe el propio corporativo. Dichas mediciones deberán presentar repetibilidad de resultados entre ellas. El resultado final será el promedio aritmético de ambos valores.
- III. Los resultados de verificación con respecto a los reportados en la certificación podrán tener una variación máxima de 3%.
- IV. Cuando el corporativo no cuente con el vehículo de certificación o uno de prueba, la PROFEPA seleccionará de forma aleatoria un vehículo ligero con condiciones similares al de certificación. En este caso, los resultados de la prueba de verificación con respecto a los reportados en la certificación podrán tener una variación máxima de 10%.
- V. Una vez que el laboratorio de prueba emita el informe de resultados correspondiente, los corporativos lo deberán entregar a la PROFEPA, la cual emitirá la resolución administrativa correspondiente.

### **8. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales**

Esta Norma Oficial Mexicana no coincide con ninguna norma internacional, ya que no existe alguna sobre el tema.

### **9. Bibliografía**

Norma Mexicana NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las Normas Mexicanas cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.

Código Federal de Regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América volumen 40, partes 85, 86 y 600 revisado el 1 de julio de 1994, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Regulación Final de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Vehículos Ligeros y el Promedio Corporativo para la Economía de Combustible (Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards. Final Rule, mayo de 2010).

### **10. Vigilancia**

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la PROFEPA.

El incumplimiento de esta norma motivará la aplicación de las sanciones económicas establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

### **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.** Los corporativos, con apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en un lapso no mayor a seis meses, contados a partir de la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana, proporcionarán la información sobre el desempeño, en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>, de los vehículos que comercialicen en México. Lo anterior, con base en la metodología que establece esta Norma Oficial Mexicana para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de los vehículos y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, la cual se integrará en el procedimiento acordado por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz con la Procuraduría Federal de Protección al Consumidor y con la Comisión Nacional del Uso Eficiente de la Energía, en cumplimiento con lo dispuesto por la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, su Reglamento y el Catálogo de Equipos y Aparatos.

**TERCERO.** En el caso de que, una vez realizada la evaluación del cumplimiento de esta norma oficial mexicana, los corporativos cuenten con créditos excedentes, éstos podrán emplearlos con el fin de acreditar el cumplimiento de las especificaciones aplicables a los vehículos ligeros nuevos de los años modelo 2017 y posteriores, de acuerdo con los criterios que establezca el instrumento regulatorio correspondiente al momento.

**CUARTO.** Respecto del trámite de aviso de notificación de transferencias entre corporativos, el cual se realizará por medio de un escrito libre, la SEMARNAT procederá a integrar dicho trámite en el Registro Nacional de Trámites y Servicios de la Administración Pública Federal en un máximo de 10 días naturales contados a partir de la entrada en vigor de la presente norma.

México, Distrito Federal, a los treinta y un días del mes de mayo de dos mil trece.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cuauhtémoc Ochoa Fernández.**- Rúbrica.- El Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, **Odón de Buen Rodríguez.**- Rúbrica.- El Director General de Normas de la Secretaría de Economía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, de Información Comercial y Prácticas de Comercio, **Alberto Ulises Esteban Marina.**- Rúbrica.

#### **APÉNDICE INFORMATIVO A INFORMACIÓN TÉCNICA**

La información técnica de los vehículos a nivel versión, debe entregarse en archivos electrónicos utilizables en programas de formato de hojas de cálculo, bases de datos u otros equivalentes, de acuerdo con el formato que se integre en el trámite PROFEPA-03-005. Revisión, evaluación y, en su caso, certificación de vehículos nuevos.

A continuación la relación de información técnica necesaria:

##### **Datos generales**

Marca\*  
Submarca\*  
Versión\* Año-  
modelo\*  
  
Tipo de frenos (delantero/traseros)\*  
Número de puertas  
Categoría del vehículo\*  
Tecnología\*

##### **Dimensiones**

Carrocería  
Largo (mm)  
Ancho (mm)  
Alto (mm)  
  
Dimensiones para el cálculo de la sombra  
Distancia entre el punto medio de cada eje (mm) \*  
Longitud eje delantero (mm) medido hasta el punto medio de las Llantas\*  
Longitud eje trasero (mm) medido hasta el punto medio de las llantas\*  
Área o sombra de acuerdo a las especificaciones de este instrumento\*  
  
Ángulos  
Aproximación/Ataque\*  
Rompimiento/Salida\*

##### **Peso (kg)**

Peso del vehículo o peso en acera\*  
Peso bruto vehicular\*

##### **Rendimiento de combustible (km/l)**

Rendimiento en ciudad\*

Rendimiento en carretera\*

Rendimiento combinado\*

**Emisiones contaminantes (g/km)**

Hidrocarburos no metánicos (NMHC)\*

Monóxido de carbono (CO)\*

Hidrocarburos Evaporativos (g/pba)\*

Partículas (vehículos diesel)\*

NOx\*

Para los ciclos de prueba de ciudad y carretera:

Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) \*

Monóxido de carbono (CO) \*

Hidrocarburos (HC) \*

Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

**Motor**

Familia del motor\*

Desplazamiento (cm<sup>3</sup>)\*

Número y posición de cilindros\*

Diámetro (mm)

Carrera (mm)

Potencia neta (HP/rpm) \*

Par máximo (Nm/rpm)

Relación de compresión

Tipo de alimentación de combustible\*

**Transmisión**

Tipo\*

**Eje propulsor**

Relación

Tipo

**Control de emisiones**

Convertidor catalítico\*

Cantidad o número de convertidores\*

Sensor de oxígeno\*

Válvula EGR\*

Bomba de aire

Sistema de diagnóstico abordo (OBDII O EOBD) \*

Estándar de durabilidad \*

Filtro de partículas\*

**Aire acondicionado**

Tipo de gas refrigerante o refrigerantes\*

Fórmula química\*

Potencial de calentamiento global\*

Tiempo de vida\*

Capacidad del sistema de aire acondicionado

Tecnología del sistema de aire acondicionado

Tipo, material y durabilidad de sus componentes, tales como: conectores, mangueras, juntas y contenedores del refrigerante\*

Características de operación del compresor

Estimación de las emisiones fugitivas (gramos de CO<sub>2</sub> al año o relación equivalente)\*

**Capacidades (l)**

Tanque de combustible  
Enfriamiento  
Lubricación

**Datos prueba**

Peso de prueba\*  
Carga de inercia (kg)\*  
Clase NOM-042\*  
Estándar NOM-042\*  
Categoría de acuerdo a los criterios de esta Norma Oficial Mexicana\*  
País de origen del vehículo  
Características del combustible:  
Fracción peso de carbón\*  
Peso específico o gravedad específica\*  
Poder calorífico\*

Nota: La entrega de la información marcada con (\*) es obligatoria.

**APÉNDICE INFORMATIVO B****CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN COMO CAMIONETA LIGERA**

(Con base en lo establecido en el numeral 4.3 y de acuerdo con el Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos Título 49: Transporte Parte 523.5 Clasificación de vehículos).

Una camioneta ligera es:

**a)** un vehículo diseñado para realizar al menos una de las siguientes funciones:

- 1) Transportar más de 10 personas
- 2) Proveer espacio para vivienda temporal
- 3) Transportar bienes sobre una plataforma abierta

**4)** Proveer, al vender al primer comprador al menudeo, mayor volumen para carga que para pasajeros, tales como en una van de carga; si un vehículo es vendido con una segunda fila de asientos, su volumen para carga está determinado con ese asiento instalado aun cuando el fabricante haya descrito ese asiento como opcional,  
o

**5)** Permitir el uso extendido del vehículo para propósitos de carga u otros propósitos que no sean carga de pasajeros, conforme a lo siguiente:

**(i)** Para camionetas ligeras fabricadas a partir del año-modelo 2008 y posteriores, y equipadas con al menos 3 filas de asientos designados como equipo estándar; permitir un mayor uso del automóvil para el transporte de carga o para otros fines que no sean la carga de pasajeros a través de la remoción o estiba de los asientos plegables o de giro a fin de crear una superficie de carga plana y nivelada que se extiende desde el punto más delantero de la instalación de los asientos a la parte trasera del interior del automóvil,  
o

o

**b)** Un vehículo con capacidad de operación fuera de carretera determinado porque:

- 1) Tiene doble tracción (4x4) o
- 2) Tiene un peso bruto vehicular mayor a 6 000 libras (2 721.55 kg), y

3) Tiene al menos cuatro de las siguientes características calculadas cuando el vehículo está a peso vehicular,<sup>2</sup> en una superficie nivelada, con las llantas frontales paralelas a la línea central longitudinal del vehículo y las llantas infladas a la presión recomendada por el fabricante:

- i) Ángulo de aproximación de no menos de 28 grados
- ii) Ángulo ventral<sup>3</sup> de no menos de 14 grados
- iii) Ángulo de salida de no menos de 20 grados
- iv) Claro del punto más bajo del vehículo al piso, excluyendo el peso no suspendido, de no menos de 20 centímetros
- v) Claro de ejes delantero y trasero de no menos de 18 centímetros cada uno.

En caso de que exista desacuerdo entre la PROFEPA y el sujeto regulado sobre la clasificación que este último reporte sobre un vehículo, la controversia se dirimirá ante el Instituto Mexicano del Transporte.

### APÉNDICE INFORMATIVO C

A continuación se muestran los valores y parámetros equivalentes en términos de rendimiento de combustible a los cuadros 2 y 3 del numeral 5.1.1 de esta norma oficial mexicana.

Tabla 1. Valores y parámetros equivalentes al cuadro 2 del numeral 5.1.1, vehículos de pasajeros

Año-modelo regulado	Rendimiento de combustible meta			
	A [km/l]	B [km/l]	C [km/l]/[m <sup>2</sup> ]	D [km/l]
2012	15.1341	11.7663	0.01356	0.01438
2013	15.4920	11.9811	0.01357	0.01285
2014	15.8920	12.2210	0.01356	0.01126
2015	16.5192	12.5873	0.01357	0.00885
2016	17.2980	13.0335	0.01357	0.00611

Tabla 2. Valores y parámetros equivalentes al cuadro 3 del numeral 5.1.1, camionetas ligeras.

Año-modelo regulado	Rendimiento de combustible meta			
	A [km/l]	B [km/l]	C [km/l]/[m <sup>2</sup> ]	D [km/l]
2012	12.4305	9.2833	0.01174	0.03571
2013	12.7848	9.4792	0.01174	0.03348
2014	13.0808	9.6418	0.01174	0.03173
2015	13.6394	9.9419	0.01174	0.02860
2016	14.3480	10.3129	0.01174	0.02497

### APÉNDICE INFORMATIVO D

<sup>2</sup> Peso de un vehículo, incluido el combustible, lubricantes, refrigerante y el equipo estándar, pero sin carga o pasajeros.

<sup>3</sup> Ángulo ventral es el suplemento del ángulo mayor en una vista lateral de un vehículo, que puede formarse por dos líneas tangenciales a los arcos radiales de las llantas delanteras y traseras bajo carga y estáticas, y que se interceptan en un punto en la parte baja del vehículo.



A continuación se muestra la relación de tecnologías que permiten incrementar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado de los vehículos ligeros nuevos.

- I. Reductor de recalentamiento con control externo del compresor de desplazamiento variable.
- II. Reductor de recalentamiento con control externo del compresor de desplazamiento fijo o desplazamiento neumático variable.
- III. Sistema de recirculación de aire (lazo cerrado) en clima cálido con retroalimentación.
- IV. Sistema de recirculación de aire (lazo cerrado) en clima cálido sin retroalimentación.
- V. Control del ventilador del motor que limita el derroche de energía.
- VI. Intercambiador de calor interno.
- VII. Condensadores o evaporadores mejorados.
- VIII. Separador de aceite del compresor.
- IX. Otras aceptadas y reconocidas como tecnologías que permiten incrementar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de América o por otras autoridades similares en Japón o en la Unión Europea.

Tecnologías adicionales que los corporativos consideren necesario incluir en la lista anterior, deberán ponerse a consideración de la SEMARNAT para su validación y eventual incorporación.

---