



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Maestría en Economía

Campo de Conocimiento: Empresas, Finanzas e Innovación.

**“Consideraciones para la definición de una norma sobre
eficiencia energética de vehículos ligeros en México”**

Trabajo Terminal que presenta:

Virginia Gómez Ponce.

Asesor: Dr. Jesús Zurita González.

México, D.F., a 18 de septiembre de 2011.

Trimestre: 11 – O.

Agradecimientos

Nunca un año se presentó con tantas pruebas y obstáculos, con seguridad puedo decir que los aprendizajes obtenidos en este proceso marcarán mi camino de hoy en adelante.

Sin duda los mayores agradecimientos serán para mis padres, mi hermano y mi esposo, porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó, gracias por hacer todo lo posible para que yo me sintiera tranquila y con ánimos de seguir adelante para concluir mis estudios de maestría.

Gracias al Dr. Jesús Zurita González y al Dr. Nicolás Domínguez Vergara por ser mi guía en la realización de esta investigación como asesores interno y externo respectivamente.

Agradezco también a CONACYT por el apoyo económico que me brindó durante mi estancia en la Maestría.

Virginia Gómez Ponce.

Índice

Resumen	6
Introducción	7
1. Marco teórico	11
1.1. Generalidades en las redes	11
1.2. Cadenas productivas y cadenas de valor	11
1.3. Relaciones de cooperación y desarrollo de competencias dentro de las cadenas productivas	14
1.4. Las externalidades	15
2. La industria automotriz en México: Normatividad sobre eficiencia energética y cadenas productivas de vehículos ligeros	18
2.1. Antecedentes de la industria automotriz	18
2.2. Características de los vehículos ligeros en México	21
2.2.1. Eficiencia energética	21
2.2.2. Emisiones de CO ₂	24
2.2.3. Ventas en el mercado interno	25
2.3. Antecedentes sobre la regulación de la eficiencia energética y las emisiones de GEI en México (el PREMCE)	27
2.4. Acciones posteriores al PREMCE	29

2.5.	Normatividad en diferentes países sobre eficiencia energética y emisiones de GEI	30
2.6.	Estado actual de la normatividad en México para la eficiencia energética y las emisiones de GEI	31
2.7.	Algunos comentarios sobre la propuesta para la norma de eficiencia energética y emisiones de GEI del Centro Mario Molina	32
2.8.	Comentarios sobre la propuesta de la <i>Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)</i> sobre la normatividad	34
2.9.	Deficiencias en México que hasta el momento no permiten la elaboración de una norma de eficiencia energética realista	37
2.10.	Cadena productiva de la industria automotriz	40
2.11.	Empresas líderes dentro de la cadena productiva de la industria automotriz	48
2.12.	La Industria de Autopartes (IA)	49
3.	Crecimiento e impulso de la Industria Automotriz en México para vehículos ligeros	51
3.1.	Tecnologías estratégicas a mejorar en vehículos ligeros en México: tren motriz, interiores y electrónica	54
4.	Algunas consideraciones para elaborar un análisis Costo – Beneficio	59
4.1.	Análisis sobre eficiencia energética para los vehículos <i>Dodge Attitude</i> y <i>Ford Fusión</i>	68

5. Conclusiones y recomendaciones	74
Bibliografía	77
Anexos	84
I. Importación y exportación de vehículos ligeros	84
II. Ventas de automóviles ligeros en México	86
III. Producción de vehículos ligeros en México	88
IV. Precio de gasolinas y diesel en México	90
V. Eficiencia energética para vehículos ligeros	91
VI. Accidentes y lesiones de tráfico por vehículo automotor	93
VII. Tecnologías disponibles para mejorar la eficiencia energética de los vehículos ligeros	94

Resumen

En la presente investigación se analiza la importancia de implementar una norma sobre eficiencia energética en México para automóviles ligeros, se realiza una revisión sobre el estado en el que se encuentra el desarrollo de la misma en nuestro país, así como el papel que debe jugar el Estado para la implementación y cumplimiento de dicha norma con el fin de que los vehículos ligeros que se comercializan en México incrementen su eficiencia energética y al mismo tiempo disminuyan sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Por otro lado, se propone un modelo para la cadena productiva de la industria automotriz en México con el fin de identificar aquellas tecnologías que permitirán incrementar la eficiencia energética de los vehículos ligeros.

Al final del documento se presentan algunos elementos importantes que deben considerarse al elaborar un análisis costo – beneficio acerca del incremento en la eficiencia energética de los vehículos ligeros, tomando en cuenta que los costos se deben a la compra de vehículos con nuevas tecnologías que permiten un consumo más eficiente de la energía, mientras que los beneficios reflejan el ahorro de combustible y la disminución de externalidades negativas debidas a la emisión de los contaminantes que se generan.

Palabras clave: Cadena productiva, eficiencia energética, emisiones de gases de efecto invernadero, vehículos ligeros, normatividad, costo – beneficio.

Introducción

México es hoy, el noveno fabricante de vehículos en el mundo. México fabrica más vehículos que Francia, Canadá e Inglaterra, y sólo dos por ciento, por debajo de España. En el año de 2010, la industria automotriz mexicana trajo 26 mil millones de dólares de divisas netas al país. La industria automotriz mexicana representó más del 24 por ciento del total exportado por el sector manufactura. Entre lo exportado y lo importado, la industria automotriz trajo en neto, más que las entradas de divisas por la exportación de petróleo, por el turismo o por remesas (AMIA, 2011).

La consultoría KPMG, ha ubicado a México como el país más competitivo en manufactura de autopartes en el mundo. Nuestro país es el primer proveedor de autopartes para Estados Unidos y está entre los 10 productores más importantes del mundo (AMIA, 2011).

En las armadoras, las fábricas de autopartes y en las distribuidoras de vehículos se generan alrededor de 700 mil empleos directos; más 300 mil de las refaccionarias, y más de un millón de los talleres de reparación automotriz. Por cada empleo que se genera en las plantas armadoras, se generan aproximadamente 12 empleos directos e indirectos (AMIA, 2011).

A raíz de la crisis del año 2008, la producción automotriz se contrajo más del 30 por ciento por la caída de exportaciones y la depresión del mercado nacional. La producción en los 5 primeros meses del año 2011, es todavía 20.4 por ciento inferior a la que se tuvo en ese periodo en el año 2008 (AMIA, 2011).

Uno de los problemas más importantes que ha tenido la industria automotriz en México en los últimos años ha sido la importación de más de seis millones de automóviles usados, los llamados "chocolates", que son vehículos muy ineficientes y contaminantes (AMIA, 2011).

La industria automotriz es muy importante para nuestro país por lo que es clave entender cómo funciona la cadena de valor de dicha industria. Por otra parte, en México, de acuerdo al Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012 (PRONASE), el consumo final de energía representó el 56% del consumo nacional energético en el año 2008 (DOF, 2009). Dentro del consumo final de energía, más del 90% de éste se concentra en los sectores transporte, industrial, residencial y comercial. El transporte automotor consume más del 90% del consumo energético del sector transporte, concentrándose en el transporte de pasajeros y de carga. El 95% de los motores que mueven los vehículos son de gasolina, un 4% son de diesel y sólo 1% utilizan otros combustibles. El crecimiento del parque vehicular se debe a la venta de vehículos nuevos dentro del territorio nacional así como a la importación de vehículos usados provenientes principalmente de Estados Unidos. El parque vehicular de México tiene una edad promedio de 16 años (DOF, 2009). De acuerdo al PRONASE se espera que para el año 2030, el sector transporte represente aproximadamente el 50% del consumo final de energía.

El gran consumo de gasolina en el país por el sector transporte ha causado que se importe más del 40 por ciento de la gasolina que se consume. Las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector transporte afectan por un lado al cambio climático y por otro lado a disminuir la salud y el bienestar de la población, es decir, generan efectos negativos al medio ambiente y externalidades, mismas que es necesario disminuir. Por lo anterior, el PRONASE tiene como uno de sus objetivos "Incrementar el rendimiento del parque vehicular nacional" y establece que para el año 2012 se habrá publicado una norma para vehículos ligeros (automóviles, *pickups*, camionetas) y medianos así como otra norma para vehículos pesados.

Los límites de eficiencia energética y de disminución de Gases de Efecto Invernadero que se pueden proponer en una norma dependen en gran parte de la existencia y grado de integración que exista a lo largo de la cadena de valor de la industria automotriz porque para aumentar la eficiencia energética es crucial

contar con la tecnología necesaria, misma que llega a nuestro país proveniente principalmente del extranjero, debido a que en nuestro país no se desarrolla la mayor parte de la tecnología automotriz de la que se compone un vehículo. Lo mismo ocurre con la tecnología para disminuir las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y también de partículas sobre todo de los motores de diesel, como son las trampas de partículas, los convertidores catalíticos de tres vías y los dispositivos electrónicos que controlan una mejor combustión de los combustibles que se usan; así como de la tecnología suave como es el *software* que utilizan los dispositivos electrónicos, y que es adquirida en el extranjero.

Unos límites apropiados para la eficiencia energética y las Emisiones de Gases de Efecto invernadero fijados por el gobierno serían aceptados por la industria, pero si no es el caso, entonces se tendrá que llevar a cabo una larga negociación. Definitivamente son los gobiernos los que promulgan las normas, pero ellos deben trabajar con la industria automotriz y vincularse con científicos, y técnicos de la Academia, tal y como ha sucedido en Estados Unidos; además de las interacciones con instituciones interesadas como pueden ser las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs). No son las ONGs nacionales o extranjeras, las responsables de proponer las normas, ni siquiera de llevar a cabo los estudios necesarios para respaldarlas, puesto que no son institutos o laboratorios de investigación. Definitivamente estas organizaciones no son las que dictan las políticas nacionales, son los gobiernos de los países los que tienen la responsabilidad de la elaboración de las normas y los que deben asumir el liderazgo en los trabajos e investigaciones al respecto. En el caso de México son la Secretaría de Energía, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Economía las que debieran dirigir los trabajos sobre la creación de una norma.

Algunos países parecen no tener intención de proponer una norma para aumentar la eficiencia energética y disminuir las Emisiones de los Gases de Efecto Invernadero de los vehículos ligeros nuevos que se comercializan; por ejemplo, no existe ningún país en Latinoamérica con normas al respecto. En algunos países

como Nueva Zelanda, que es un país importador de vehículos, se ha discutido hasta cierto punto el asunto, pero han llegado a la conclusión de postergar la discusión y la resolución al respecto (Office of the Minister of Transport, 2009). Así que todavía son relativamente pocos los países o regiones que han promulgado normas de eficiencia energética para los vehículos ligeros nuevos (Estados Unidos, Japón, la Unión Europea, Canadá y otros más). Para los vehículos pesados solamente Japón emitió una norma hace algunos años y Estados Unidos de América promulgó la suya recientemente, en el mes de agosto de 2011. México tuvo anteriormente una norma para aumentar la eficiencia energética de vehículos ligeros pero desafortunadamente no se continuó con esa normatividad. Es claro que países o regiones que consumen demasiados combustibles fósiles o que no disponen de grandes reservas de petróleo, se han preocupado por generar e implantar normas de eficiencia energética para los vehículos, como son Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. En gran parte lo han hecho para disminuir su vulnerabilidad energética que se traduce en una mejor seguridad energética nacional.

1. Marco Teórico

A partir del siglo XVII el concepto de internacionalización cobró importancia desde que los imperios empezaron a explorar el mundo en busca de materias primas y nuevos mercados hacia donde exportar sus mercancías. Por su parte, la globalización es un concepto más reciente el cual implica la integración funcional de actividades internacionales dispersas, promovida principalmente por el capital industrial y comercial a través del establecimiento de diferentes tipos de redes económicas (Gereffi, 2001).

1.1 Generalidades en las redes

Una manera de analizar las interrelaciones que se dan entre los agentes económicos es a través del estudio de las redes, ya que las empresas se han visto en la necesidad de romper con el paradigma *taylorista – fordista* en el que las empresas, organizadas verticalmente, realizaban actividades similares sin que existiera una coordinación entre ellas. Actualmente las empresas adoptan estrategias orientadas a la distribución de diferentes actividades en varias localidades con el fin de aumentar su competitividad y participación en el mercado, dando lugar a las cadenas productivas globales en distintas industrias (CEPAL, 2008).

1.2 Cadenas productivas y Cadenas de valor

La cadena de valor (Sturgeon, 2001) ha tenido diversas denominaciones y entre las más importantes se encuentra la de cadenas productivas. *“Una cadena productiva (commodity chain) se refiere al amplio rango de actividades involucradas en el diseño, producción y comercialización de un producto (Gereffi, 2001:14).”*

Gereffi (2001) menciona que el estudio de las cadenas productivas proporciona un conjunto de herramientas que permiten por un lado comprender la importancia del posicionamiento estratégico de las empresas así como de las industrias globales,

y por otro lado, permiten analizar los factores institucionales y de regulación que deben tomarse en cuenta para entender el desarrollo de la economía mundial.

Dentro de las redes internacionales existen dos tipos de cadenas productivas: las denominadas cadenas productivas dirigidas al productor y las cadenas productivas dirigidas al comprador.

Las cadenas productivas dirigidas al productor (Figura 1) son aquellas en las que los grandes fabricantes, generalmente trasnacionales, son los que ocupan los lugares centrales dentro de la coordinación de las redes de producción (Gereffi, 2001). Este tipo de cadenas productivas es característico de las industrias intensivas en capital físico, capital humano o tecnología tales como la **industria automotriz**, la industria aeroespacial, de *software*, de semiconductores y de maquinaria pesada, mismas que con frecuencia se encuentran inmersas en oligopolios globales. Los fabricantes de componentes avanzados juegan un papel importante debido a su capacidad para ejercer control sobre los proveedores así como en la parte de la distribución y las ventas.

Las utilidades obtenidas dentro de dichas cadenas se generan mediante la escala y el volumen de producción así como a través de los beneficios obtenidos por los avances tecnológicos que desarrollan.

Por otra parte, las cadenas productivas dirigidas al comprador (Figura 2) son aquellas en las que los detallistas, los comercializadores y los fabricantes de marca son los elementos más importantes en el establecimiento de redes de producción descentralizadas, caracterizadas principalmente por poseer una alta competitividad y por estar establecidas generalmente en países exportadores del Tercer Mundo (Gereffi, 2001).

Este tipo de cadenas productivas se puede encontrar en aquellas industrias intensivas en mano de obra, por ejemplo, la industria del vestido, zapatos, juguetes, artículos para el hogar, electrónica y en una gran variedad de artesanías, en donde las utilidades generadas provienen de la investigación, el diseño, la

comercialización así como de los servicios financieros que se ofrecen, mismos que convierten a los detallistas, diseñadores y comercializadores en agentes estratégicos encargados de establecer una adecuada vinculación con distintas empresas en el exterior.

Otra característica importante de las cadenas productivas dirigidas al comprador es que las empresas que se ajustan a dicho modelo (*Wal – Mart, Sears, Nike, Reebok*, entre otras), se encargan del diseño y la comercialización más no de la fabricación de los productos de marca que ordenan. De tal manera que *“forman parte de una nueva clase de fabricantes sin fábrica que en el proceso de producción separan la producción física de artículos de la etapa del diseño y de la comercialización (Gereffi, 2001: 16).”*

Dado lo anterior se puede decir que ambas, *“las cadenas productivas dirigidas al productor y al comprador resultan útiles para analizar y evaluar las industrias globales (Gereffi, 2001:20)”*.

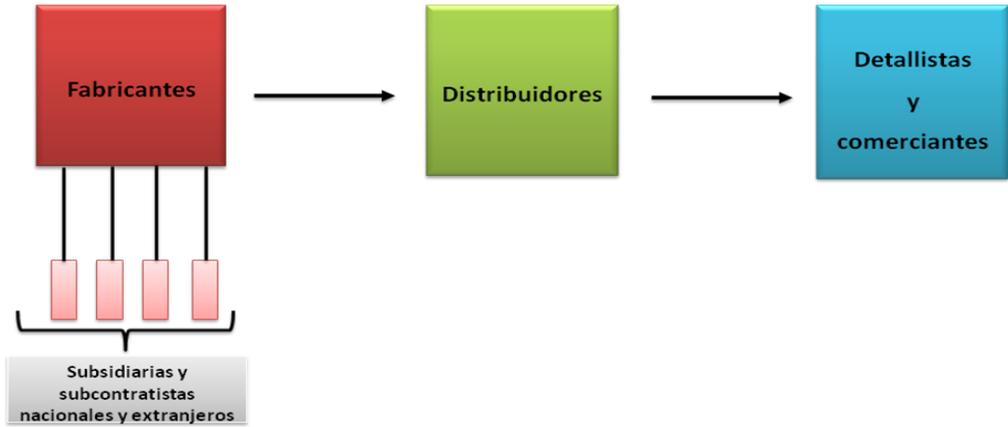


Figura 1. Cadenas productivas dirigidas al productor, tomado de Gereffi, 2001:15.

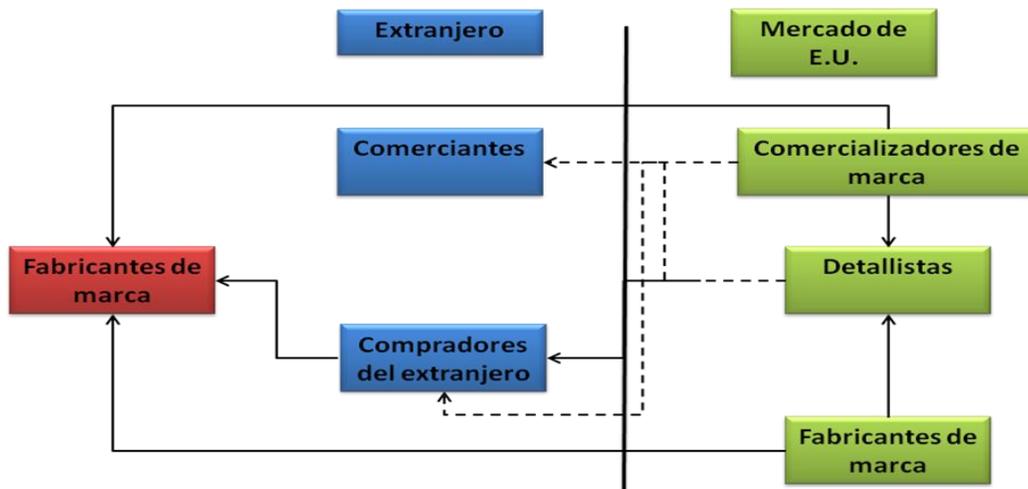


Figura 2. Cadenas productivas dirigidas al comprador, tomado de Gereffi, 2001:15.

1.3 Relaciones de cooperación y desarrollo de competencias dentro de las cadenas productivas

Con el objetivo de mejorar continuamente los procesos productivos dentro de las agrupaciones mediante las interrelaciones que se dan entre las empresas así como el intercambio de conocimiento tácito y/o explícito es necesario que exista intercambio constante de información entre las mismas, aumentando con ello las posibilidades de *“una mayor división del trabajo y especialización productiva porque en ellas se establecen relaciones cooperativas que permiten compartir conocimientos y riesgos (García_Castro, 2009:1).”*

Dentro del análisis de las cadenas productivas es importante la función que desempeñan los actores clave, es decir, las empresas líderes, ya que éstas *“ejercen su poder de gobierno a través de la especificación de producto y el control sobre qué debe producirse, cómo, por quién, cuándo y cuánto, así como a qué precio tiene que venderse (CEPAL, 2008)”*, pero no necesariamente dichas empresas tienen que ser los fabricantes tradicionales ni los involucrados en la fabricación del producto final, sino que pueden estar ubicados en cualquier eslabón de la cadena productiva (hacia arriba o hacia abajo), o bien ser las

encargadas del suministro de componentes importantes para la producción. *“Lo que distingue a las empresas líderes de sus seguidores o subordinados es que controlan el acceso a los recursos más importantes (diseños de productos, nuevas tecnologías, nombres de marca, o demanda del consumidor) que generan los ingresos más rentables de la industria (Gereffi, 2001: 20)”*.

En México, la Industria Automotriz ha tenido gran relevancia debido a sus características particulares así como por el papel que desempeña dentro de la economía nacional al estar inmerso en una cadena productiva global dirigida al productor.

1.4 Las externalidades

Las externalidades se refieren a aquellos efectos positivos y negativos que son producidos por las interrelaciones que existen entre consumidores y empresas, dichas interrelaciones *“no se reflejan en las transacciones de mercado”* (Nicholson, 1997 : 523) por lo que no pueden medirse en términos monetarios ya que suelen reflejarse en efectos ambientales y/o sociales.

Las externalidades positivas se refieren a aquellos efectos externos en los cuales *“el agente involucrado en la decisión económica no internaliza la totalidad de los beneficios sociales”* (Arraztoa, 2011:13), es decir, la rentabilidad privada es inferior a la rentabilidad social, por ejemplo la vacunación contra una enfermedad contagiosa con el objetivo de evitar que ésta se propague, en este caso *“el óptimo para cada individuo es no vacunarse y que todas las demás personas se vacunen, de esta forma se deja actuar libremente al mercado llegando a una sub - vacunación”* (Rossi, 2011:1), en este caso la vacunación se hace obligatoria y se aprovechan todas las externalidades positivas que se generan. Otro ejemplo, son las actividades de investigación y desarrollo que se promueven en el país con el propósito de ampliar el conocimiento para generar nuevos descubrimientos y avances tecnológicos, mismos que producirán beneficios para la sociedad.

Por otra parte, las externalidades negativas aparecen en el momento en que las acciones de cualquier agente económico reducen el bienestar de otros agentes

presentes en la economía, es decir, este tipo de externalidades supone un traslado de costos a terceros. Ejemplo de ello, es la presencia de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera (bien público), ya que el costo que tiene para la sociedad, la utilización de combustibles fósiles en la generación de energía es mayor que el costo que genera a los productores de la misma. Es decir, cuando se presentan externalidades negativas la eficiencia de los mercados se ve afectada ya que el costo social es mayor que el costo privado, generando con ello ineficiencia en el mercado, es decir, el equilibrio del mercado se encuentra en un punto inferior al que se tendría en un mercado que opera eficientemente sin la presencia de externalidades, figura 3 y figura 4.

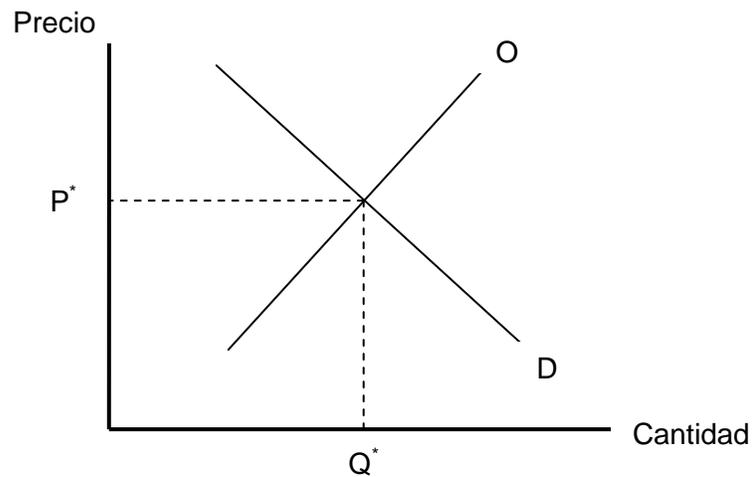


Figura 3. Equilibrio de mercado sin presencia de externalidades, tomado de Rosero, 2011:1.

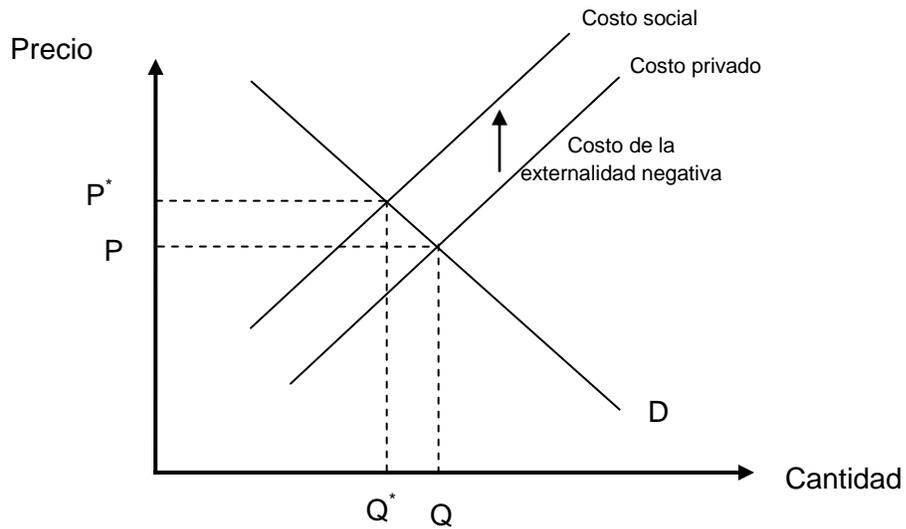


Figura 4. Equilibrio de mercado con presencia de externalidades negativas, tomado de Rosero, 2011:1

Una manera de corregir las externalidades negativas es mediante la intervención del gobierno a través de impuestos correctivos o pigovianos, los cuales permitirían la internalización de dicha externalidad provocando que los agentes económicos que actúan dentro del mercado tomen en cuenta los efectos externos que provocan en sus interacciones, de esta manera se lograría el equilibrio del mercado y éste operaría eficientemente.

2. La industria automotriz en México: Normatividad sobre eficiencia energética y cadenas productivas de vehículos ligeros

2.1 Antecedentes de la Industria Automotriz

En junio de 1977 el gobierno emitió un Decreto de Apoyo a la Industria Automotriz con el objetivo de que las empresas obtuvieran importantes incentivos y divisas que les permitieran realizar importaciones de distintas partes así como el desarrollo de programas de exportación. Lo anterior trajo como resultado que las exportaciones se incrementaran de 5,828 unidades a 11,473 durante los dos últimos años del desarrollo estabilizador (Juárez, 2005), sin embargo, no se lograron mantener los resultados favorables por mucho tiempo ya que para el año de 1981 la industria automotriz participó con 57.7% en el déficit comercial anual equivalente a 3,725.4 mdd de los cuales 2,148.3 fueron responsabilidad de las empresas terminales del industria automotriz (BM, 1981,1982 citado por Juárez, 2005), ocasionando que las empresas de la industria terminal retrasaran sus proyectos orientados a la exportación.

Los resultados obtenidos por la Industria Automotriz Mexicana en el periodo de 1977 a 1983 fueron insuficientes para fomentar por un lado el desarrollo de cadenas productivas nacionales de producción para exportación, y por el otro, para consolidarse como una industria especializada.

A mediados de los años noventa el gobierno diseñó una política industrial encaminada a fomentar y apoyar la producción de exportación, la cual dio lugar a que la industria automotriz asentada en México se convirtiera en un elemento clave dentro de la estrategia de modernización industrial del país con el establecimiento de plantas de ensamble especializadas y con la llegada de la industria de autopartes, la cual se caracterizaba por sus altas tasas de crecimiento así como por los efectos positivos que ésta podría traer sobre otros sectores de la economía. *“Por ello, la integración de la cadena productiva automotriz ha sido el*

objetivo de diversos decretos mediante los cuales se ha definido la política industrial del sector” (Juárez, 2005).

Dado lo anterior puede decirse que en México se dio una reestructuración productiva de la industria automotriz a partir de que varias empresas transnacionales dedicadas a la producción de motores y algunos componentes del tren motriz para exportación decidieron establecerse en México, lo cual trajo consigo un cambio en la base tecnológica de las plantas de ensamble y de autopartes, *“pero el problema fundamental era si la ventaja mexicana de los bajos salarios podía ser suficiente para trasladar las nuevas plantas a México (Juárez, 2005)”* principalmente porque el país carecía de mano de obra calificada y presentaba problemas en infraestructura industrial, además de una deficiencia en comunicaciones lo que hacía que países como Japón y Estados Unidos fueran considerados más atractivos. Sin embargo, se originó una nueva fase denominada *“desarrollo de proveedores en la que las empresas terminales buscaban y probaban los recursos nacionales para hacer frente a las expectativas de crecimiento de un nuevo tipo de producción”* (Juárez, 2005).

De tal manera que para diciembre de 2003 las empresas contaban con un mercado “pequeño” pero rentable originando así que sus estrategias estuvieran orientadas hacia el establecimiento en México de plantas especializadas en vehículos ligeros, es decir, *Light Trucks* (LT), dentro de los que se encuentran los siguientes: minivan, utilitarios, todo terreno, *pickups*, entre otros, los cuales son destinados hacia el mercado de consumidores de medianos y altos ingresos.

En el periodo de 1990 – 1993 la producción de los vehículos ligeros pasó de 36 a 42% en la cuota de producción nacional, para 1997 dicho segmento tenía una cuota de 51.1%, y su participación continuó en crecimiento, de tal forma que para el año de 2002 representó poco más de 60% de la producción total de unidades en Estados Unidos (Juárez, 2005).

Lo anterior demuestra que los vehículos ligeros (LT) se convirtieron en un producto estratégico para empresas situadas en Estados Unidos, tales como *General Motors*, *Ford* y *Chrysler*. En volumen, la producción de GM fue aproximadamente de 4.1 millones de unidades en el 2002 con una participación de 57%, *Chrysler* 76% de un total de 1.7 millones de unidades, seguida por *Ford* que fabricaba dos tercios de una producción total de 3.4 millones de unidades.

Por su parte, Canadá ha especializado sus plantas para la producción de vehículos ligeros con el fin de exportarlos a Estados Unidos. En el caso de México, los procesos de especialización se encuentran liderados por *General Motors* y *Chrysler* quienes de la misma manera han encaminado su estrategia hacia la producción de vehículos ligeros logrando con ello maximizar sus beneficios mediante la diversificación de sus líneas, lo que les permiten fabricar distintos modelos, además, las relaciones de cooperación y colaboración que han establecido con distintas empresas que se encuentran dentro de la cadena productiva les brindan la oportunidad de desarrollar innovaciones que les permiten atender las exigencias y preferencias de los consumidores.

Dichas formas de colaboración “*son resultado de la mayor competencia que representa la globalización de los mercados, por esta razón, las empresas buscan alternativas para hacer más eficientes sus procesos, lo que trae consigo una reducción de costos*” (Martínez, Salgado, 2005).

Pero es importante mencionar que en la Industria Automotriz los encadenamientos productivos se han llevado a cabo esencialmente con empresas trasnacionales, dejando de lado a la industria local, lo que explica el incremento de las importaciones de materias primas y partes semielaboradas.

En la actualidad, las empresas enfocan su estrategia hacia “*aquello que saben hacer bien* (Martínez, Salgado, 2005)”, es decir, aprovechan sus ventajas competitivas utilizando la tecnología especializada al mismo tiempo que

desarrollan productos diferenciados, de tal manera que persiguen el objetivo de hacer que toda la cadena productiva sea más competitiva mediante el valor que se añade al producto en cada eslabón así como por los costos que se reducen a lo largo de ella. *“Las empresas se han percatado que la auténtica competencia no es entre empresas, sino más bien entre cadenas productivas, hecho que resalta la importancia del desarrollo de los procesos de colaboración entre las diversas firmas (Martínez, Salgado, 2005)”*.

2.2 Características de los vehículos ligeros en México

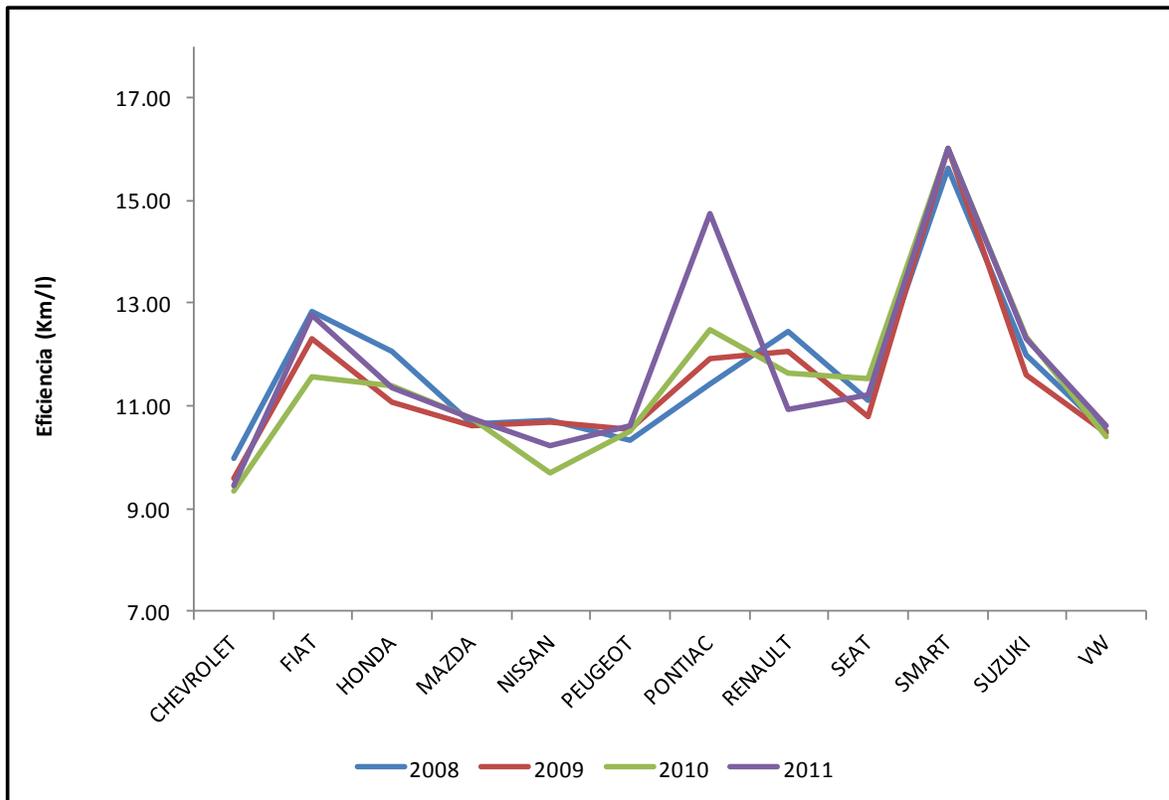
En los últimos 10 años la flota vehicular de México ha sufrido importantes transformaciones ya que la venta de camionetas (*Van's, SUV's y Pickups*) se ha incrementado a pesar de que éstas son ineficientes debido a que utilizan mayor cantidad de combustible para sus recorridos en comparación con los automóviles pequeños, además tienen un valor mayor en el mercado comparado con el de los vehículos compactos y subcompactos.

Es importante mencionar que México cuenta con 200 vehículos por cada 1,000 habitantes, mientras que Estados Unidos es considerado como un país con alto índice de motorización ya que cuenta con 9 automóviles por cada 10 habitantes lo que refleja que nuestro país aún tiene un gran potencial por desarrollar. Además, el ritmo de crecimiento y la concentración en áreas urbanas ha provocado un alto consumo de combustibles fósiles por lo que es necesario que se establezca una normatividad en eficiencia energética para los vehículos ligeros conjuntamente con la disminución de las emisiones de GEI.

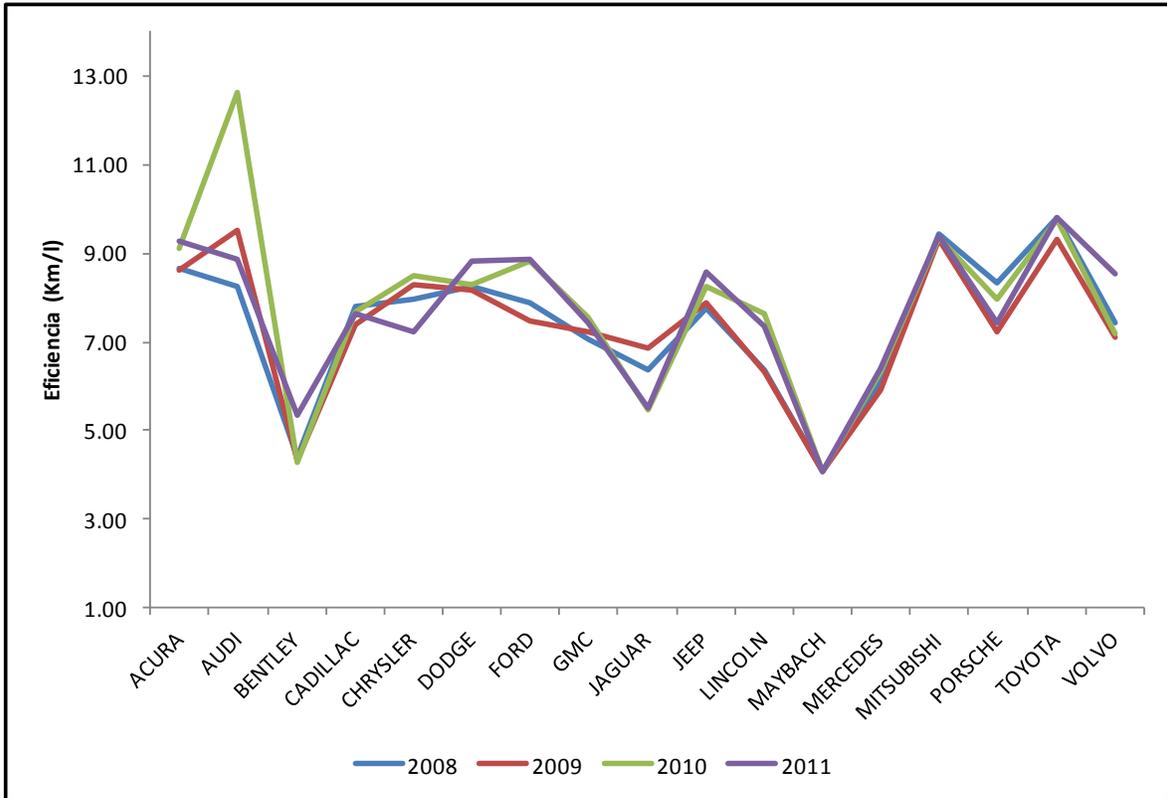
En los Anexos I, II, III, IV y V se muestran las importaciones, las exportaciones, las ventas por categoría de automóviles ligeros así como las ventas nacionales por categoría y por empresa de los mismos, también se encuentran las importaciones y la producción de los automóviles ligeros por categoría y empresa, los precios promedio de la venta al público de gasolinas y diesel (en pesos corrientes) además de la eficiencia energética promedio para vehículos ligeros nuevos.

2.2.1 Eficiencia energética

La eficiencia energética de los vehículos ligeros nuevos que se comercializan en territorio nacional oscila entre 4 Km/l y 17 Km/l. Dentro de los vehículos considerados más eficientes se encuentran marcas tales como *Honda*, *Smart*, *Renault*, *Fiat*, entre otros (Gráfica 1), mientras que dentro de los vehículos que poseen una menor eficiencia se encuentran *Maybach*, *Bentley*, *Mercedes* y *Jaguar*, entre otros (Gráfica 2).



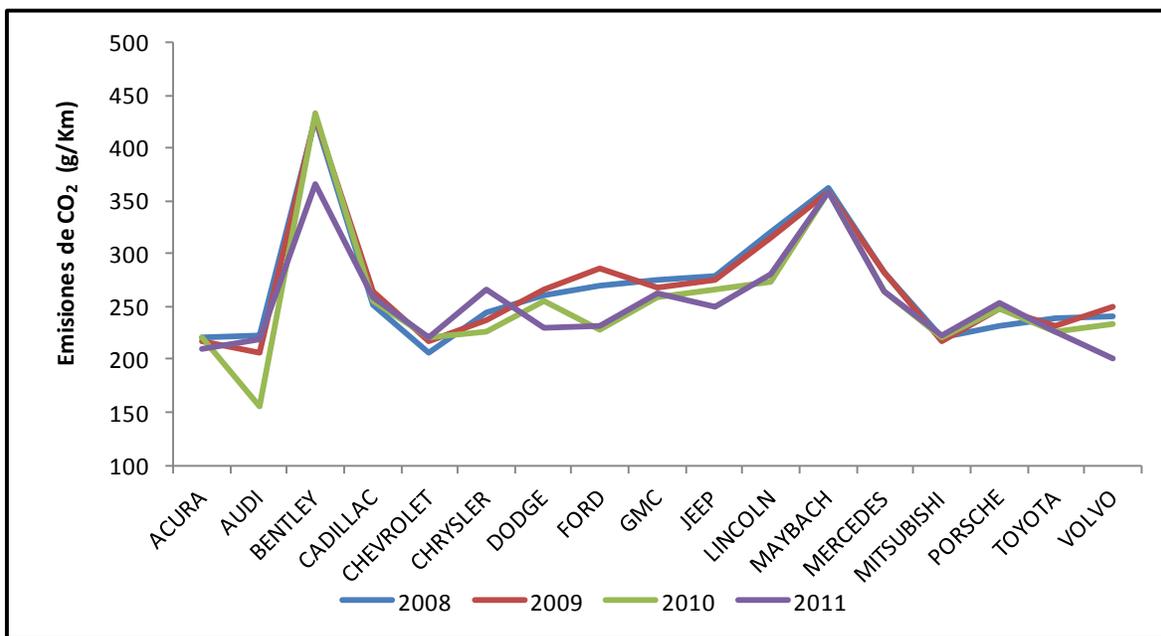
Gráfica 1. Vehículos ligeros más eficientes (km/litro). Elaboración propia con información de la página eco-vehículos, 2011.



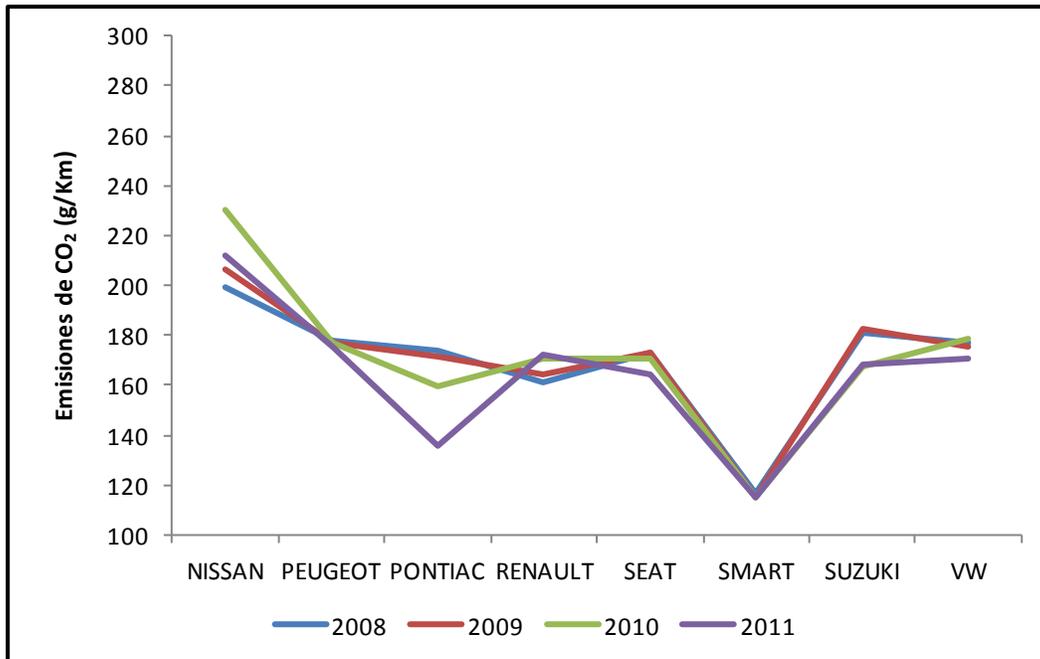
Gráfica 2. Vehículos ligeros menos eficientes (Km/litro). Elaboración propia con información de la página eco – vehículos, 2011.

2.2.2 Emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ que son emitidos a la atmósfera por los vehículos ligeros se encuentran en un intervalo de 100 gr / Km a 450 gr / Km, y dentro de los vehículos ligeros que emiten mayores emisiones de CO₂ a la atmósfera se encuentran marcas tales como *Bentley*, *Maybach*, *Lincoln*, entre otras, mientras que aquellas que emiten menores emisiones son los vehículos de las marcas *Renault*, *Fiat* y *Honda*, entre otras (Gráficas 3 y 4).



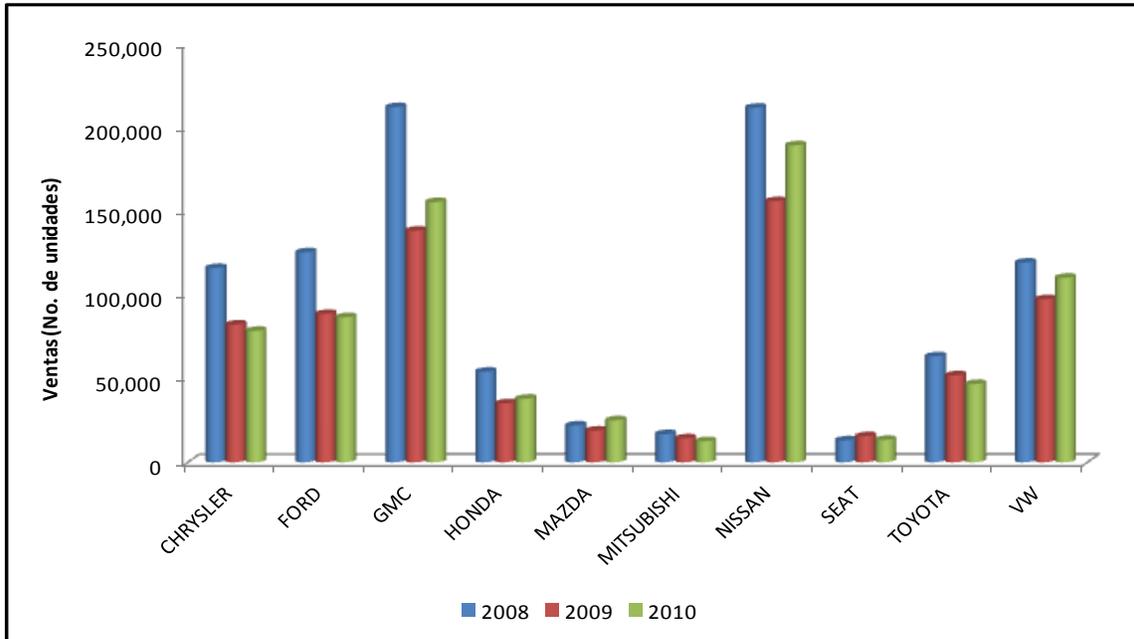
Gráfica 3. Vehículos ligeros con mayores emisiones de CO₂. Elaboración propia con información de la página eco – vehículos, 2011.



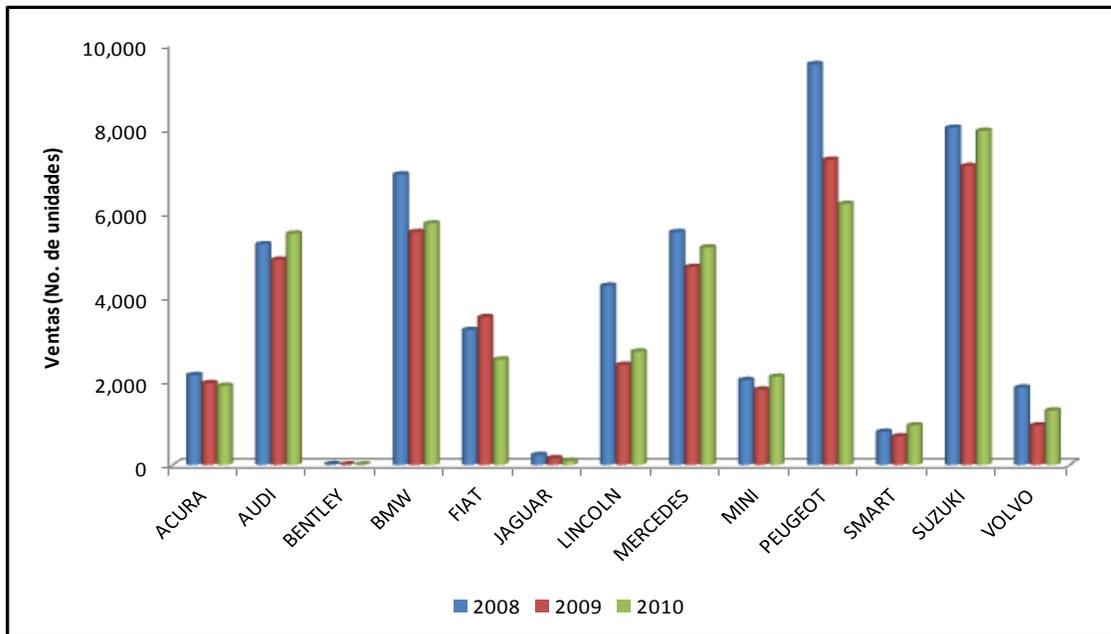
Gráfica 4. Vehículos ligeros con menores emisiones de CO₂. Elaboración propia con información de la página eco – vehículos, 2011.

2.2.3 Ventas en el mercado interno

Las ventas de vehículos ligeros dirigidas al mercado interno se han incrementado en los últimos años, registrando mayores ventas las marcas de los vehículos *Nissan*, *GMC*, *Ford*, entre otros, mientras que aquellos vehículos que son consumidos en menor proporción por los consumidores son los correspondientes a marcas tales como Bentley, Jaguar y *Smart*, entre otros. (Gráficas 5 y 6).



Gráfica 5. Vehículos ligeros más vendidos en el mercado interno. Elaboración propia con información de la página eco-vehículos, 2011.



Gráfica 6. Vehículos menos vendidos en el mercado interno. Elaboración propia con información de la página eco-vehículos, 2011.

2.3 Antecedentes sobre la regulación de la eficiencia energética y las emisiones de GEI en México (el PREMCE)

A diferencia de Estados Unidos, la Unión Europea y Japón, México, desde el año de 1991 no cuenta con una norma que le permita regular la eficiencia energética de los vehículos ligeros que se comercializan en territorio nacional, dicha normatividad le permitiría también regular de manera directa o indirecta las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), porque al consumirse menos combustibles fósiles se emite una cantidad menor de esos gases.

En diciembre de 1981 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), fue publicado el Decreto “que establece los niveles mínimos de rendimiento de automóviles” conocido como PREMCE (Promedio de Rendimiento Mínimo de Combustible por Empresa), el cual tenía características similares a las de la normatividad aplicada en Estados Unidos, CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*). Su objetivo consistía en racionalizar el uso de combustibles así como el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos del país. El PREMCE fue aplicado durante el periodo de 1982 a 1990, enfocado hacia automóviles nuevos de fabricación nacional con un peso vehicular menor a 2,727 Kg y hasta 10 pasajeros.

Las alternativas para normar los vehículos automotores consideran por un lado el consumo de combustible (rendimiento) así como las emisiones de GEI, dichos aspectos se fijan considerando los llamados promedios corporativos los cuales se relacionan con factores tales como el peso bruto vehicular (Kg), el tamaño del vehículo denominado sombra o huella (m^2), el volumen (m^3) y las emisiones de CO_2 .

El PREMCE fue derogado en 1990 para evitar contravenir la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá. Actualmente no se cuenta con una norma que permita regular la eficiencia energética de los vehículos ligeros ni las emisiones de GEI.

Al realizar un análisis sobre los vehículos ligeros que se encuentran en circulación es importante mencionar la demanda de gasolina como principal fuente de energía en el sector transporte en nuestro país, misma que ha sobrepasado considerablemente la disponibilidad que hay en territorio nacional, lo que trae como consecuencia la importación de más del 40% de lo que se consume, un porcentaje elevado si se considera que México ocupa el 10º lugar dentro de aquellos países que poseen dicho recurso, pero a su vez se encuentra en el lugar 12 entre aquellos que requieren petróleo, comparado con Estados Unidos que ocupa el último lugar con 2.2% de petróleo que posee y en el primer lugar como un país que lo necesita.

Lo anterior refleja que México exporta demasiado petróleo, ya que el que se extrae de sus pozos se dirige principalmente a Estados Unidos, para posteriormente importar gasolina, lo que implica que los costos de dicho combustible sean elevados, por lo que es necesario que en México se implementen estrategias eficientes para la extracción, el procesamiento y la exportación del petróleo disponible.

El acelerado ritmo de crecimiento y la concentración en áreas urbanas que se ha registrado en México en los últimos años ha provocado un alto consumo de combustibles fósiles por lo que es necesario que se establezca una normatividad en eficiencia energética para los vehículos ligeros conjuntamente con sus emisiones de GEI con el objetivo de disminuir el consumo de combustibles para la generación de energía principalmente en el sector transporte, el cual consume el 45% de la energía total proveniente de combustibles fósiles. Cuando se da un incremento en los precios del petróleo dicho sector se ve afectado considerablemente obligando así al gobierno a establecer estrategias a corto plazo que le permitan contrarrestar tal efecto. Por lo anterior México se ve obligado a establecer normas sobre eficiencia energética las cuales le otorgarían beneficios tales como la reducción en el consumo de energía, la reducción de emisiones de

GEI, así como mejoras en la calidad del aire, menos daños a la salud de los habitantes y además se registrarán mejoras en la balanza comercial.

2.4 Acciones posteriores al PREMCE

Dentro de las acciones posteriores al PREMCE, en febrero de 2002, se firmó el Acuerdo de Concertación entre la AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz) y dependencias del Gobierno Federal: SENER (Secretaría de Energía), SE (Secretaría de Economía), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía), el cual tiene como objetivo que la industria automotriz mexicana presente a los usuarios información relacionada con el rendimiento de combustible así como aspectos generales de los vehículos puestos a su disposición, dicha información actualmente se encuentra disponible en la página de la CONUEE.

La CONUEE en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009 – 2012 con base en los requerimientos de la Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía, considera necesario publicar una norma sobre eficiencia energética para vehículos ligeros nuevos.

La norma debería publicarse este año. Para ello la CONUEE, que es uno de los organismos encargado de estructurar la misma, se encuentra discutiendo un par de propuestas.

Hasta el momento, los esfuerzos han estado en gran parte encaminados a tomar como referencia la norma establecida en Estados Unidos (CAFE), pero es importante tomar en cuenta que las condiciones y las pruebas realizadas en dicho país utilizadas para establecer los límites requeridos por la norma son totalmente distintas a las que se necesitan en México, entonces se requiere que se elabore un estudio en el que se visualicen los alcances y la flexibilidad que la industria automotriz puede tener para cumplir con las exigencias de una norma ya que dicha industria conforma una de las cadenas productivas más importantes en el

país. Además, la elaboración e implementación de una normatividad sobre eficiencia energética incluye también el mejoramiento de las tecnologías automotrices por lo que es necesario que el gobierno establezca relaciones estrechas con la industria automotriz mexicana con el fin de lograr la implementación y cumplimiento de la normatividad.

2.5 Normatividad en diferentes países sobre eficiencia energética y emisiones de GEI

En la actualidad la Unión Europea y Japón cuentan con las normas más estrictas para la regulación de la eficiencia energética denominadas ACEA (Acuerdo Voluntario) y Japón 10 – 15 respectivamente, mismas que les permiten poseer los mejores rendimientos en su flota vehicular, la cual está compuesta principalmente por vehículos pequeños y ligeros, los cuales utilizan el diesel como combustible.

De la misma manera, Estados Unidos cuenta con una norma CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*) que le permite regular la eficiencia energética de su flota vehicular, la cual a diferencia de los países antes mencionados está conformada por vehículos grandes, pesados y de alta potencia, razón por la cual su desempeño energético es bajo.

Es importante mencionar que en países tales como Estados Unidos, Japón, China, Taiwán y regiones como California la implementación de la norma es obligatoria y está encaminada hacia el mejoramiento de la eficiencia energética en los vehículos ligeros que tienen en circulación. Por su parte, en la Unión Europea, Canadá y Australia las medidas implementadas son voluntarias y persiguen por un lado incrementar el rendimiento de sus vehículos y por el otro lado proteger al ambiente logrando la disminución de emisiones de GEI.

Dentro de los beneficios que trae consigo una normatividad sobre eficiencia energética y emisiones de GEI se encuentra la disminución de la dependencia hacia el petróleo que cada uno de los países importa, se mejoraría su seguridad

energética y se impulsaría la promoción de tecnologías enfocadas hacia la eficiencia energética y al mismo tiempo que se incrementaría la competitividad de la cadena productiva de la industria automotriz.

2.6 Estado actual de la normatividad en México para la eficiencia energética y la emisión de gases de efecto invernadero

Al día 29 de agosto de 2011, todavía no se ha promulgado ninguna norma para aumentar la eficiencia de los vehículos ligeros y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, es más ni siquiera se ha dado a conocer algún borrador por parte del Gobierno Federal (Secretaría de Economía, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Energía) al respecto. Al parecer al gobierno mexicano busca implementar una norma acorde con la de Estados Unidos (Excélsior, 2011), aunque no existe ningún señalamiento oficial al respecto de parte de alguno de los secretarios de estado.

Lo que sí existe con certeza en este momento es una propuesta del Centro Mario Molina para la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero para vehículos ligeros nuevos, (Lacy, 2010). En esta propuesta inicial, el Centro Mario Molina proponía "pasar de un promedio ponderado de 12 km/litro en 2008 a 20 km/litro en 2015 para los vehículos de pasajeros que se comercialicen en México" y en emisiones de gases de efecto invernadero "reducir la generación de alrededor de 180 gramos de CO₂ por kilómetro a 130 gramos por kilómetro". Posteriormente, ya en el año 2011, la propuesta del Centro Mario Molina cambió para un límite de 20 km/l en 2016 (Cantera, 2011). Los estudios detallados que respaldan la propuesta del Centro Mario Molina todavía no se han hecho públicos. Por otro lado, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) envió el 2 de junio de 2011, una propuesta de norma energética para vehículos al Gobierno Federal (AMIA, 2011).

2.7 Algunos comentarios sobre la propuesta para la Norma de Eficiencia Energética y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Centro Mario Molina

Como se mencionó antes, el Centro Mario Molina propone un límite ponderado de eficiencia energética de 20 Km/litro para el año 2016 para vehículos de pasajeros que se comercialicen en el país. Al día 24 de agosto de 2011, la propuesta del Centro Mario Molina, no parece encontrarse disponible en el sitio de Internet de ese Centro, tampoco en los sitios de las Secretarías de Estado que tienen que ver con la norma. No se conocen los detalles de los estudios que ese Centro haya realizado para proponer la Norma y menos si esos estudios se han publicado en revistas arbitradas.

El límite que propone el Centro Mario Molina, es muy alto para el caso de México porque aún cuando la tecnología se encuentre disponible en el mercado no es inmediato que las compañías puedan usarlas para comercializarlas inmediatamente (NHTSA y EPA, 2010), debido a que la industria necesita planear sus ventas porque no se sabe si un automóvil con una nueva tecnología requerirá de un mantenimiento más caro que haría que los compradores potenciales desearan la compra de esos vehículos, tampoco se sabe si las refacciones para esa tecnología estarían disponibles; si esto no es posible la industria podría decidir discontinuar los modelos que usan esa tecnología para evitar pérdidas. Así que lleva un tiempo para que la industria automotriz sea exitosa al usar nuevas tecnologías que ya se encuentran disponibles en el mercado.

Si se fuerza a la industria automotriz a cumplir con la norma de un año para otro sin darle tiempo para planear nuevos modelos (que involucran nuevos diseños) o modelos que se tienen en otros países pero con tecnologías más eficientes y menos contaminantes (como parece ser el caso en México si se usara una norma como la propuesta por el Centro Mario Molina) quizá se le estaría forzando a la industria a realizar costos que le perjudicarían. En Estados Unidos se está dando el tiempo suficiente para que la industria automotriz se encuentre preparada para

cumplir tanto con la norma para vehículos ligeros como para la de vehículos pesados. A final de cuentas la eficiencia energética se logra por medio de tecnología y la tecnología cuesta y alguien tiene que pagar por ella, ya sea el fabricante de los vehículos o el consumidor. Si no hay compradores son los fabricantes los que tienen que cubrir con los costos de decisiones de negocios equivocadas aún si esas decisiones surgieran a raíz de una decisión gubernamental a través de la promulgación de una norma.

Lo que se esperaría es que el fabricante pasara los costos a los consumidores, quienes comprarían los automóviles eficientes, aunque más caros si se convencieran que de verdad están invirtiendo su dinero sabiamente. Esto último es algo que no siempre se logra porque el consumidor no está dispuesto a pagar por la tecnología que hará los automóviles más eficientes porque no está seguro que el combustible subirá de precio en los años que vienen y por lo tanto su inversión no tendría el fin que se había propuesto, que era el de ahorrar dinero al evitar pagar por un combustible que se está encareciendo. O que usará su vehículo por un tiempo suficiente para gozar de los ahorros por la compra de menos combustible.

Si se espera que el consumidor no adquiera ciertos vehículos, como son los vehículos más eficientes, entonces al fabricante tampoco le interesará manufacturarlos porque no los venderá. De esta manera el fabricante escoge de alguna manera cuales son los vehículos que el cliente adquirirá. El gobierno al imponer una norma restringe o cambia lo que el mercado puede proporcionar.

Además de que los consumidores siempre tienen una aversión al riesgo que hace que su percepción de los beneficios en el caso de la eficiencia energética sean menores de los que son en realidad. Un comprador de un automóvil compara el costo que tiene el automóvil al momento de comprarlo con los ahorros que tendría en los años siguientes, pero al comprador le gustaría que esos ahorros los pudiera recuperar en un par de años (Greene, 2007). En 2007, se realizó una encuesta en

1000 hogares en Estados Unidos y se encontró que el 39% no consideraron la eficiencia del combustible cuando compraron su último vehículo (Greene, 2007).

Los límites de eficiencia energética propuestos por el Centro Mario Molina son muy altos, difíciles de que la industria automotriz los pueda cumplir y aceptar. La manera más sencilla de alcanzar esos límites sería si se restringiera la compra de camionetas y se incentivara el uso de automóviles pequeños, lo cual involucra el no aceptar las preferencias de las personas sino imponerles otras. Además de que los automóviles más pequeños y con menos pesos son en los que mueren más personas en casos de choques con vehículos más pesados, aunque esto todavía se encuentra en discusión (NHTSA y EPA, 2010).

También contribuiría el usar vehículos que utilizan motores a diesel que son más eficientes, pero desafortunadamente el diesel que se vende en el país tiene una gran cantidad de azufre, por lo que actualmente a muchos vehículos con motores a diesel que se importan se les reemplaza con motores a gasolina, por lo que no sería realista considerar una gran contribución de la tecnología diesel en los próximos 4 años. Una tecnología que podría ayudar a llegar al límite tan alto, sería el automóvil híbrido pero son demasiado caros para que aún el mexicano de la clase media lo pudiera adquirir. Otra tecnología que podría contribuir a esos límites propuestos sería el automóvil eléctrico pero tampoco han penetrado mucho en el mercado nacional o internacional y se requiere de cierta infraestructura para su aceptación en el mercado. Así que los límites que propone el Centro Mario Molina aunque son deseables simplemente no son realistas.

2.8 Comentarios sobre la propuesta de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) sobre la normatividad

La propuesta de la AMIA no es pública, por lo que tampoco se conocen los estudios que la sustentan y mucho menos se sabe si han sido publicados en revistas arbitradas. Tampoco se sabe si los datos y resultados han sido revisados por otros especialistas y si se han podido reproducir. La única información que se tiene sobre la propuesta de la AMIA es lo que aparece en los medios de difusión.

La AMIA destaca las siguientes consideraciones respecto a una posible normatividad.

1) La tecnología automotriz para aumentar la eficiencia de los vehículos nuevos tiene un costo que la industria automotriz tendría que pagar. Sin embargo la AMIA no menciona que el costo podría transferirse al consumidor y que éste podría resultar beneficiado por los ahorros de gasolina. La AMIA deberá presentar un estudio de costo beneficio para los consumidores, para la industria y para el país considerando diferentes escenarios de una normatividad que contenga los límites que propongan. Además de considerar los beneficios ambientales que podrían tenerse.

2) La AMIA ha manifestado que la tecnología automotriz en uso en otros países no se puede usar en México y que existe una pérdida en el desempeño de los automóviles y en su eficiencia energética debido a la altura en donde circulan la mayor parte de los vehículos (Celis, 2011). Sin embargo, hasta el momento ha podido adaptarse la tecnología para una altura como la de la Ciudad de México, de hecho el desempeño de un vehículo ligero en Ciudad de México es tan bueno como en cualquier otra Ciudad del mundo. Las personas buscan automóviles que puedan lograr una gran aceleración en unos segundos y que puedan correr a grandes velocidades y eso se da en la Ciudad de México, de hecho se lograría un cierto ahorro de combustible si los automóviles se movieran por debajo de los límites de velocidad. La AMIA no da a conocer los estudios realizados para sustentar sus afirmaciones, ni da a conocer a los científicos y tecnólogos que los han realizado. Ni si los han publicado o no. Tampoco dan a conocer cuáles serían las eficiencias máximas que se pueden lograr con las tecnologías a las que los fabricantes asociados de la AMIA tienen o tendrán acceso en los próximos años.

Al parecer la AMIA propone un promedio ponderado para los vehículos de pasajeros de alrededor de 15 km/litro o de 15.5 km/litro (Cantera, 2011). También es necesario tomar en cuenta que los integrantes de la AMIA producen y producirán muchos de los automóviles que exigen las normas de otros países, en

los que los límites de eficiencia energética ponderada son mayores a 15.5 km/litro para el año 2016.

3) El presidente de la AMIA ha comentado que el Gobierno Federal debería incentivar o compensar a los consumidores que adquieran vehículos más eficientes o menos contaminantes, por ejemplo, para aquellos que adquieran vehículos híbridos (AMIA, 2011).

La norma estadounidense reporta la ayuda financiera que se le otorgó a compañías automotrices de Estados Unidos debido a la crisis financiera del año 2008. También la norma estadounidense resalta varios créditos para las compañías que cumplan ésta en circunstancias especiales, como por ejemplo, cuando cumplan con anticipación los límites. La AMIA sin embargo, no justifica los créditos que le gustaría que el gobierno mexicano le otorgara con algún estudio, ni sugiere de dónde podría obtenerse el financiamiento para esos incentivos o compensaciones.

4) La AMIA menciona que los combustibles en México, la gasolina más popular y el diesel contienen una gran cantidad de azufre, lo que disminuye la eficiencia energética, provoca más emisiones contaminantes y viola la norma establecida NOM – 86 (Celis, 2011). Pero la AMIA no establece mediante un estudio los máximos de eficiencia energética que se podrían lograr con los combustibles actuales en vehículos que se mueven con diesel equipados para la disminución de partículas y gases de efecto invernadero.

5) La AMIA considera que es la flota de vehículos usados nacionales e importados los que causan los mayores problemas de ineficiencia y contaminación y no los nuevos. Esto es verdad, también es necesario un programa nacional de chatarrización, pero no implica que a los vehículos nuevos que se incorporarán al parque vehicular no se les deba imponer una norma que beneficie a toda la sociedad; porque después de todo, estos vehículos nuevos poco a poco se van incorporando al parque vehicular nacional.

6) La AMIA también considera que no existe la infraestructura apropiada para que los automóviles eficientes circulen (AMIA, 2011).

Por ejemplo en las gasolineras deben estar los despachadores de azufre ultra - limpio que cumpliría con la NOM – 86. Ni existen las calles ni carreteras apropiadas para que circulen automóviles que usarían llantas más apropiadas en el rodamiento. Sin embargo, la industria automotriz nacional se jacta de que es una de las que producen más automóviles en el mundo y que exportan alrededor del 80 por ciento de sus productos (AMIA, 2011). Lo anterior señala que la industria automotriz nacional bien podría producir vehículos más eficientes apropiados, con la tecnología que se encuentra disponible en el mercado, más allá de un promedio ponderado de 15.5 km/litro en 2016, porque la industria automotriz nacional no genera en gran medida su tecnología propia, sino que la adquiere del exterior o la adapta. En cuanto a la manufactura de vehículos se refiere, básicamente lo que se hace en el país es maquilar.

2.9 Deficiencias en México que hasta el momento no permiten la elaboración de una norma de eficiencia energética realista

En los Estados Unidos de América la norma para aumentar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos ligeros se elaboró en base a estudios publicados por expertos durante muchos años. Muchos de estos estudios se publicaron en revistas arbitradas y algunos en libros (National Academy of Sciences, 2002). Varios de los trabajos fueron patrocinados por el *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), por la *Environmental Protection Agency* (EPA), por el *Department of Transportation* (DOT) y por *Department of the Energy* (DOE). Muchos de los trabajos de investigación que respaldan las normas tanto de vehículos ligeros como de pesados fueron realizados por los laboratorios nacionales, la industria automotriz o la academia (Universidad de California, *Massachusetts Institute of Technology*, *Oak Ridge National Laboratory*, etc.). Y muchas de las tecnologías que se

mencionan en la norma han sido desarrolladas en parte con el financiamiento del Gobierno de Estados Unidos por medio de programas como han sido el *Partnership for a New Generation of Vehicles* (PNGV). Las normas propuestas para vehículos ligeros como pesados están fundamentadas en gran parte en los estudios que se realizaron para analizar los resultados de la anterior normatividad, por ejemplo, en la disminución del consumo de combustibles petrolíferos (Greene, 1998) y en el aumento de muertes debido a la pérdida de peso de algunos de los vehículos (CAFE, 2002).

La actual norma de Estados Unidos para vehículos ligeros se concretó después de que las Agencias del Gobierno, sobre todo la NHTSA y la EPA trabajaron con la industria automotriz, con la Academia de Ciencias de Estados Unidos, con las universidades y con los laboratorios nacionales de desarrollo tecnológico. Compañías de la Industria Automotriz en Estados Unidos de América proporcionaron la información sobre las tecnologías de las que disponían o dispondrían (muchas de ellas catalogadas y tratadas como confidenciales) para el análisis de las posibles metas de eficiencia energética y cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que se podrían lograr y cuando ello no fue posible, el Gobierno proporcionó la información sobre las tecnologías que consideraba apropiadas para las compañías automotrices.

El Gobierno de Estados Unidos desarrolló una herramienta conocida como *VOLPE*, el cual es un modelo matemático y computacional para el análisis de los resultados de las eficiencias energéticas y disminución de gases de efecto invernadero considerando las tecnologías existentes en el mercado y aquellas que se encuentran próximas a mercadearse en consulta y acuerdo con la industria automotriz. El desarrollo de la herramienta *VOLPE* duró alrededor de 10 años.

El código *VOLPE* es gratis y la asesoría para correrlo también lo es. La industria automotriz de Estados Unidos puede correr el código para reproducir y confirmar si los resultados que obtiene el Gobierno de Estados Unidos para los vehículos que mercadean o mercadearán en los años siguientes son los correctos o

proponer otras alternativas tecnológicas que les favorezcan más. Los resultados también muestran los costos de los automóviles al incorporarles la tecnología que los hace eficientes y los beneficios para los compradores de vehículos que resultan del ahorro de combustible en el tiempo que sigue después de la compra, así como otros beneficios monetarios para la sociedad.

En México, las Secretarías de Estado no han patrocinado a las Universidades o a los laboratorios nacionales para hacer estudios como los que se han llevado a cabo en Estados Unidos. En parte es por eso que muchas de las aseveraciones que se hacen en los periódicos por el Gobierno, la Industria y las organizaciones no gubernamentales no están sustentadas en estudios técnicos que la sociedad conozca.

Las dependencias gubernamentales de México paralelas al NHTSA y la EPA no tienen el suficiente personal científico y técnico para producir algo como el modelo *VOLPE*. Quizá ni siquiera tienen los recursos para bajar el código *VOLPE*, modificar los datos, hacer algunas corridas e interpretar los resultados.

Desde luego que el modelo *VOLPE* no se puede usar directamente para el caso de México, porque como la AMIA lo ha establecido, muchos de los vehículos de otros países no funcionan en México -por la altura, la orografía, los combustibles con alto contenido de azufre, los caminos, calles y carreteras-. Es decir, que la tecnología de muchos de los vehículos que se comercializan en México no corresponde a los de Estados Unidos y por lo tanto la base de datos del modelo *VOLPE* no sería útil, como está, para analizar el caso de México. La tecnología en México se tropicaliza para adaptarse a las condiciones locales. Tampoco la política de precios de los combustibles en México es la misma que en Estados Unidos. En ese país los precios de la gasolina y el diesel dependen mucho del precio del barril de petróleo y existe elasticidad de las distancias recorridas por un conductor y el precio de la gasolina. En México actualmente se tiene un incremento periódico al precio de la gasolina sin importar el precio del barril de petróleo.

La industria automotriz en México, por otra parte, como sucede con la industria en otros ramos, debe estar asesorada por consultores nacionales o extranjeros que difícilmente proporcionarán los datos que usaron para obtenerlos, ni las suposiciones que hicieron y mucho menos las herramientas (códigos, modelos) que usaron con el argumento de que son confidenciales o propietarios.

En México, el Gobierno debe proporcionar la información que se use para la elaboración de la norma, o sea los datos, las herramientas usadas y los resultados de los estudios que se obtengan para el diseño de la norma, para que cualquier ciudadano interesado que sea capaz de usar las herramientas pueda reproducir los resultados.

Si no se usan las herramientas apropiadas para la elaboración de la norma será difícil reproducir y confirmar las aseveraciones que el gobierno haga en ella. Por otra parte, la industria debería ofrecer toda la información, que no dañara su negocio, para justificar sus propuestas. En la actualidad no existen muchos estudios de parte de la academia que ayude a los tomadores de decisiones a tomar una mejor decisión.

Otra deficiencia es que la industria y el gobierno han comenzado a discutir sobre la norma para vehículos ligeros a principios del año 2011 por lo que difícilmente se podrá promulgar tal norma en lo que queda del año, a pesar de que la intención inicial era que se promulgara la norma en el año 2010 para que se pudieran evaluar sus resultados antes de que terminara la presente administración federal. Es obvio que será muy difícil evaluar el desempeño de una norma cuyo borrador, por parte del gobierno federal aún no existe.

2.10 Cadena productiva de la Industria Automotriz

La cadena productiva de la Industria Automotriz se compone de dos grandes segmentos: la industria terminal conformada por las empresas de vehículos ligeros y pesados, en la cual participa un número reducido de empresas trasnacionales, y

la industria de autopartes, integrada por empresas de diferentes tamaños de origen nacional y extranjero.

En 1911, el economista austriaco *Joseph A. Schumpeter* (1883-1950), pionero en plantear la importancia de la innovación tecnológica en el proceso económico, señaló claramente que los métodos tecnológicos no llegan a ser perfectos por si mismos, sino que se crean subordinados a las decisiones económicas y determinados por los bienes demandados. Así, la lógica económica prevalece por sobre la tecnológica, y si bien las soluciones tecnológicas deben darse con una lógica propia, lo decisivo finalmente es el factor económico (Schumpeter, 2002).

Lo anterior guió la investigación y el desarrollo tecnológico en el pasado siglo XX; y para un país como México, ello plantea ciertos criterios en las rutas por las cuales debe conducirse la investigación tecnológica, la formación de profesionistas y su transferencia hacia una actividad comercial por excelencia como es la industria automotriz y de autopartes. También conduce la manera en que se desarrolla el conocimiento y la tecnología en la industria automotriz mundial.

Desafortunadamente México se incorporó a los mercados globales desde los años 1980s, y a partir de entonces muchos de sus esfuerzos en desarrollo tecnológico se deterioraron aún más. México jamás le ha dedicado los recursos necesarios para promover el desarrollo del país por medio de la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, la expropiación petrolera se dio en el año 1938 pero el Instituto Mexicano del petróleo se fundó en el año 1965 y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en el año de 1970. Es decir, México fue dueño del recurso, pero su dominio por medio de la ciencia y la tecnología (para extraerlo, refinarlo y convertirlo en petroquímicos) ha sido bastante limitado. El sistema de ciencia, tecnología e innovación tecnológica de México no está bien consolidado, presenta procesos incipientes y discontinuos de innovación, asimismo, cuenta con pocas relaciones entre universidades, industria y gobierno, y enfrenta inestabilidades en las decisiones gubernamentales. El gobierno mexicano proporciona solamente

alrededor del 0.36 por ciento del producto interno bruto para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

En México, se tuvo un auge en desarrollos tecnológicos propios en muy pocas industrias, como ha sido en la del petróleo, pero en la industria automotriz prácticamente no ha habido gran cosa. Así que prácticamente no existen desarrollos tecnológicos propios en la industria automotriz, ni apreciables recursos humanos para generarlos. Esto impacta mucho el rol que se puede tener en la producción de bienes de alto valor agregado en la industria automotriz, en donde prevalece la lógica económica. Por todo lo anterior, México juega el papel básicamente de ensamblador de tecnologías o maquilador, en donde se reciben los diseños de la industria automotriz trasnacional y se ensamblan las piezas en el país con recursos humanos con cierta capacitación y especialización tanto para la maquila de vehículos como de autopartes. Desde luego que actualmente existen casos importantes de desarrollo de tecnología automotriz y diseños propios pero son escasos y aislados. Quizá el mejor ejemplo es el automóvil deportivo *Mastretta MXT*, considerado como el primer coche de producción en serie completamente diseñado y construido por ingenieros mexicanos.

La tecnología es un conocimiento aplicado que se manifiesta en productos como motores, transmisiones y llantas (tecnologías duras) o en diseños de automóviles, metodologías para construir vehículos más aerodinámicos o software para el control de las cámaras de video para estacionarse, como para el automóvil japonés *Nissan Rogue* que son “tecnologías suaves” (Revista Bid, 2011).

Para explicar la cadena de valor de la industria automotriz tomemos el caso de las compañías *General Motors*, *Ford* y *Chrysler* de Estados Unidos y sus plantas en México.

La industria automotriz de Estados Unidos obtiene las partes que necesita para sus vehículos de desarrollos tecnológicos propios, aunque algunos de ellos se obtienen a partir de conocimientos, competencias especiales y tecnologías desarrolladas en los laboratorios nacionales de ese país (como desarrollos de

tecnología de punta como son los materiales más ligeros y más resistentes o baterías de litio) o de otras industrias. Los desarrollos tecnológicos que se generan en los laboratorios nacionales de Estados Unidos son patrocinados por el gobierno, aunque muchas veces existen proyectos financiados tanto por el gobierno como por la industria automotriz. Las tecnologías adquiridas por la industria se adquieren a través de la licencia de patentes de los laboratorios o si son proyectos patrocinados por la industria, ésta es co-propietaria de las patentes.

La industria automotriz adquiere conocimientos a través de la compra o uso de derechos de autor, regalías, etc.

Con las tecnologías que las compañías automotrices integran se producen innovaciones tecnológicas o paquetes distintivos (por ejemplo, el tren motriz, la transmisión, las llantas, el interior de los vehículos o componentes electrónicos) propiedad de las compañías automotrices. La integración de los paquetes tecnológicos involucra la compra de autopartes de empresas especializadas en ellas dentro del país de origen de las compañías automotrices o también es posible que se importen de otros países en los que la mano de obra es más barata.

El financiamiento para los desarrollos de conocimiento, tecnología e innovaciones tecnológicas se obtiene de la venta de los vehículos por parte de los distribuidores, aunque parte del financiamiento se ha obtenido en ocasiones del Gobierno de Estados Unidos (a través de los rescates financieros como los ocurridos a partir de la crisis económica y financiera del año 2008, o créditos especiales o financiamiento directo a los laboratorios nacionales para los desarrollos tecnológicos que realizan en programas tecnológicos programados por el gobierno de ese país).

El financiamiento para el ensamble de los vehículos proviene de las ventas de ellos y con él se paga la tecnología que permite unir las partes del automóvil, así como la mano de obra y todos los gastos indirectos (administración, electricidad, agua, etc.).

Debido a que los costos de operación y ensamble pueden ser más baratos en otros países que en Estados Unidos, se construyen plantas en ellos, como es el caso al considerar a México, es decir invierten en México; para ello las compañías transnacionales consideran los gastos para los terrenos, el consumo de energía, salarios y seguridad de los directivos; así como la existencia de mano de obra apropiada.

Así, Estados Unidos exporta los diseños y el *know how* para el ensamble de los vehículos a sus plantas en otros países. En este caso los paquetes tecnológicos se integran de algunas partes que vienen del país de origen (o de otros países generadores de alta tecnología) y otras autopartes son adquiridas en el país ensamblador (lo que involucra un desarrollo de proveedores).

La conveniencia para el país ensamblador radica en que genera trabajos y exporta gran parte de los productos ensamblados, aunque también se tiene la desventaja, entre otras, de que se producen muchos residuos, entre ellos algunos tóxicos que contaminan el agua, el suelo y el aire. La exportación de los productos genera divisas; sin embargo, existe una disminución de esta ventaja cuando se tiene una apreciación del peso debido a que muchos de las autopartes para los vehículos se ensamblan con partes que se importan. Como consecuencia se podría tener que a pesar de que se exporten productos maquilados que puedan generar un balance positivo de pagos al liberar el mercado, no hay crecimiento del producto interno bruto (Ibarra, 2011).

En la figura 5 se esquematiza un modelo propio de la cadena de valor de la industria automotriz de compañías de Estados Unidos con plantas en México.

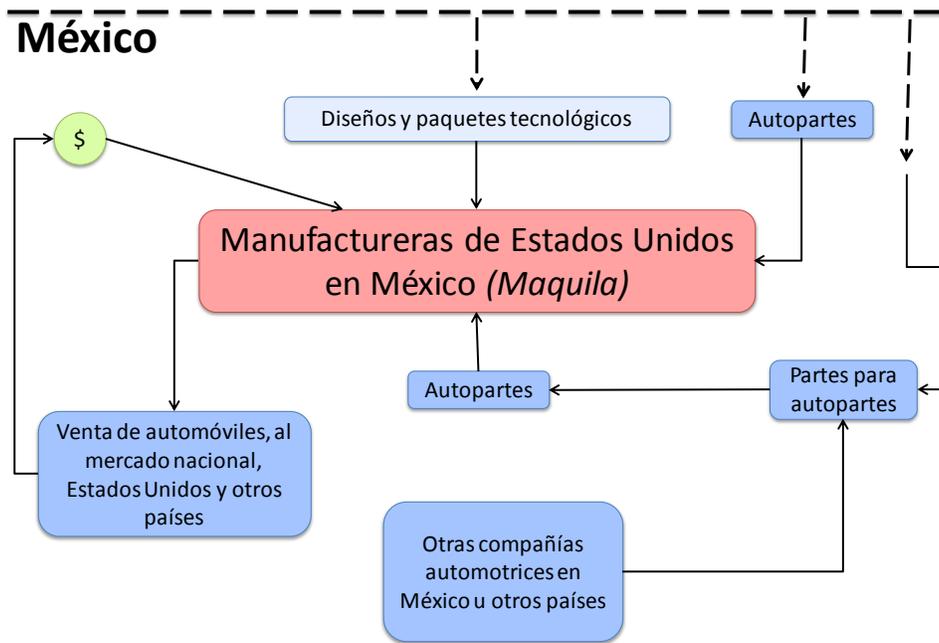
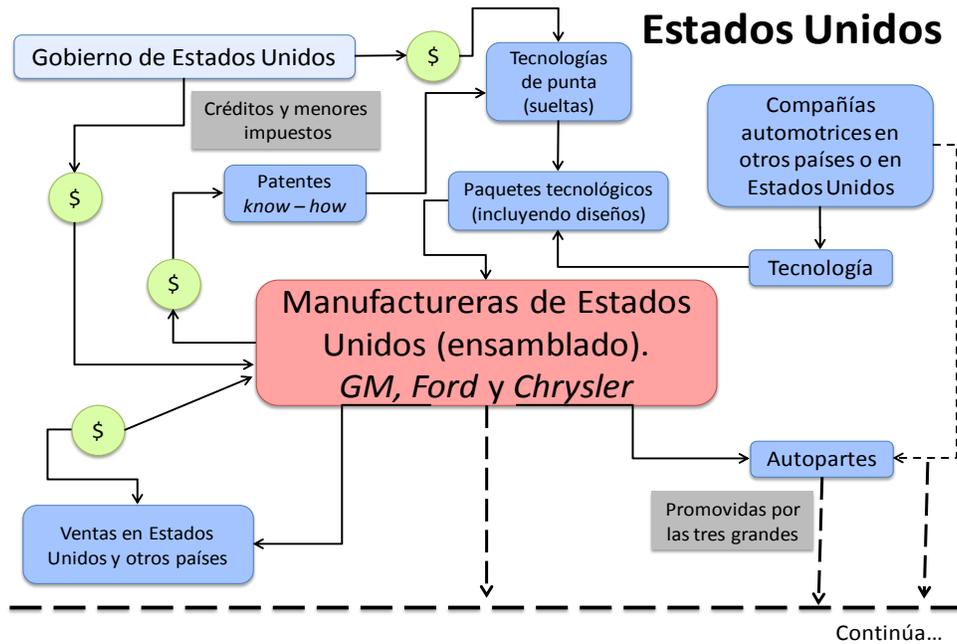


Figura 5. Cadena productiva de la industria automotriz para vehículos ligeros. Elaboración propia.

México no diseña los vehículos que se mueven en sus calles, ni la tecnología de la que están hechos. Los diseños se realizan en otros países por profesionales que

consideran que son los más apropiados para los países de origen y que serán aceptados o acondicionados para otros mercados internacionales. Aunque desde luego que la industria automotriz conduce muchos estudios para conocer nuestras preferencias y nos inunda con una muy costosa propaganda para animarnos a comprarnos un vehículo.

Debido a que los vehículos que se usan en México se construyen con tecnología extranjera, dependemos de la tecnología que se encuentra disponible en el mercado para su ensamble en México o de los automóviles importados. Muchos de los vehículos tienen que ser hasta cierto punto modificados para adaptarse a las condiciones de altura, de por ejemplo, la Ciudad de México. Esta dependencia tecnológica del país limita las tecnologías de eficiencia energética que se podrían usar, debido a que esas tecnologías no se generan en el país. Esto no es el caso de Estados Unidos, por ejemplo, en el cual uno de los objetivos de la norma establece claramente que es promover la competitividad de la industria automotriz a través del desarrollo de innovaciones automotrices. Así que uno de los objetivos más importantes de la norma estadounidense es lograr las metas de eficiencia energética y disminución de gases de efecto invernadero a través del desarrollo de tecnología en Estados Unidos. Aparte de que a través de la eficiencia energética se podría lograr una mejor seguridad energética para ese país al consumir menos productos derivados de petróleo. Estados Unidos importa alrededor del 50 por ciento del petróleo que consume. Y aparte del objetivo de emitir menos contaminantes a la atmósfera al reducir las emisiones de los automóviles.

Existen particularidades en los vehículos que se han desarrollado en los países industrializados. En Europa se han desarrollado y usan automóviles impulsados por motores que funcionan con diesel que son mucho más eficientes que los de gasolina y se tiene una parte importante de automóviles pequeños. En Estados Unidos han prosperado vehículos más grandes, más pesados, más caros, muy potentes y bastante cómodos, con una mayor ineficiencia en el consumo de los combustibles e impulsados por motores de gasolina que generan menos partículas que los motores de diesel. Así, en Estados Unidos se tienen regulaciones de

contaminantes que muchos vehículos europeos no pueden cumplir, a menos que se adquieran mecanismos anticontaminantes (trampas de partículas, etc.). Por otra parte, en Japón se tienen automóviles más pequeños y las compañías japonesas han desarrollado y desarrollarán vehículos híbridos. Tanto en Europa, como en Estados Unidos como en Japón se pueden diseñar y desarrollar los vehículos ad-hoc que esos lugares necesitan, porque los países tienen los conocimientos, la infraestructura, el financiamiento y los recursos humanos para hacerlo. Hasta el momento en esos países, la prioridad ha sido que los automóviles tengan cada vez un mayor desempeño, que se constata al lograr aceleraciones de 0 a 60 kilómetros por hora en un menor tiempo, aparte de lograr una mayor comodidad en los vehículos al disponer de un gran espacio interior y de alcanzar altas velocidades. La prioridad hasta el momento no ha sido el mejorar la eficiencia energética. De hecho si se sacrificara el desempeño por la eficiencia se podrían tener mejores resultados para la eficiencia energética (Cheah, et al., 2007).

Nueva Zelanda es un país que no diseña, ni desarrolla, ni ensambla vehículos por lo que importa los vehículos ya manufacturados, listos para venderse (Office of the Minister of Transport, 2009). México se encuentra en una situación intermedia, en cuanto a las adaptaciones de tecnología que ensambla, porque prácticamente no desarrolla tecnología automotriz, pero en el país se adapta tecnología automotriz, por lo que la normatividad a aplicar a los vehículos ligeros no se debería copiar íntegramente de la de los otros países. Por ejemplo, en el país no se pueden vender cientos de miles de automóviles híbridos porque la gente no podría comprar esos autos muy caros aún cuando sean muy eficientes, ni existe la infraestructura para que se puedan usar en la Ciudad de México otros automóviles como los eléctricos. También se tiene que considerar el mantenimiento de los vehículos más eficientes porque si resulta caro, será un costo adicional para el consumidor.

La tecnología automotriz debe ser la apropiada para que la gente la pueda adquirir a un precio accesible, de la misma manera la norma debe ser apropiada, para que se pueda obedecer sin causar perjuicios al bolsillo de la ciudadanía o a la industria. Pero la industria también tiene que hacer un esfuerzo para contribuir a mejorar nuestro ambiente y nuestra calidad de vida, por lo que sí debería de proporcionar vehículos con mayores eficiencias energéticas con las tecnologías que ya se encuentran en el mercado o que están a punto de comercializarse, después de estudiar que si resultarán atractivas para la población y representarán un buen negocio para la industria.

2.11 Empresas líderes dentro de la cadena productiva de la Industria

Automotriz

Estados Unidos es considerado el mayor consumidor de vehículos ligeros a nivel mundial; en dicho país se encuentran establecidas las tres empresas líderes de la Industria Automotriz: *General Motors*, *Ford Motor Company* y *Chrysler Corporation*, mismas que a partir de la década de 1980 decidieron interrelacionarse con algunos países tales como Corea, Taiwán, España, Brasil y México con el fin de trasladar hacia ellos plantas armadoras, ya que estos países poseían costos de mano de obra bajos, además de que ofrecían atractivas ventajas fiscales para dichas corporaciones. En este sentido México representaba una buena opción en el corto plazo por su cercanía a Estados Unidos, así que en 1981 se instaló una planta de ensamble y motores de *General Motors* en el complejo de Ramos Arizpe, Coahuila, siguiendo sus pasos *Chrysler* y *Ford* instalaron una planta de motores en Chihuahua en el año de 1983 (Galicia – Bretón, Sánchez – Juárez, 2011).

Gracias a las concesiones otorgadas por parte del gobierno federal en el año de 1986, Ford instaló una planta de estampado y ensamble en la ciudad de Hermosillo, con el fin de reducir costos de producción y poder así competir

internacionalmente, “*misma que en ese entonces representó la planta de ensamble con el más elevado nivel de tecnología en México (Vicencio, 2007)*”.

A continuación se presentan algunas empresas trasnacionales que tienen relevancia en el país y que representan “*el principal foco de atracción de IED en la región (Vicencio, 2007)*”:

- ✓ *BMW*: Inició operaciones a finales de 1994 en Lerma, Estado de México en ella se fabrican vehículos blindados para el mercado nacional y de exportación (Vicencio, 2007).
- ✓ *Ford*: Con plantas en Cuautitlán, Chihuahua y Hermosillo, dedicadas al ensamble de vehículos ligeros (Vicencio, 2007).
- ✓ *General Motors*: Posee una planta de ensamble en Silao Guanajuato, donde produce camionetas SUV's, Silverado, y en Ramos Arizpe produce motores, partes estampadas y vehículos utilitarios (Vicencio, 2007).
- ✓ *Honda*: Con una planta de ensamble de *Accord* en el estado de Jalisco (Vicencio, 2007).
- ✓ *Nissan*: Tiene presencia en Cuernavaca, Morelos, donde produce *Tsuru*, en Aguascalientes fabrica *Sentra*, *Platina* y *Clío de Renault*, además fabrica motores para los mismos vehículos (Vicencio, 2007).

2.12 La industria de Autopartes (IA)

En México se encuentran instalados 600 fabricantes de componentes automotrices, “*de los cuales 230 empresas son grandes, 162 medianas y 208 son pequeñas y/o micro (Vicencio, 2007)*” mismas que en conjunto generan el 89% del empleo directo de la industria automotriz.

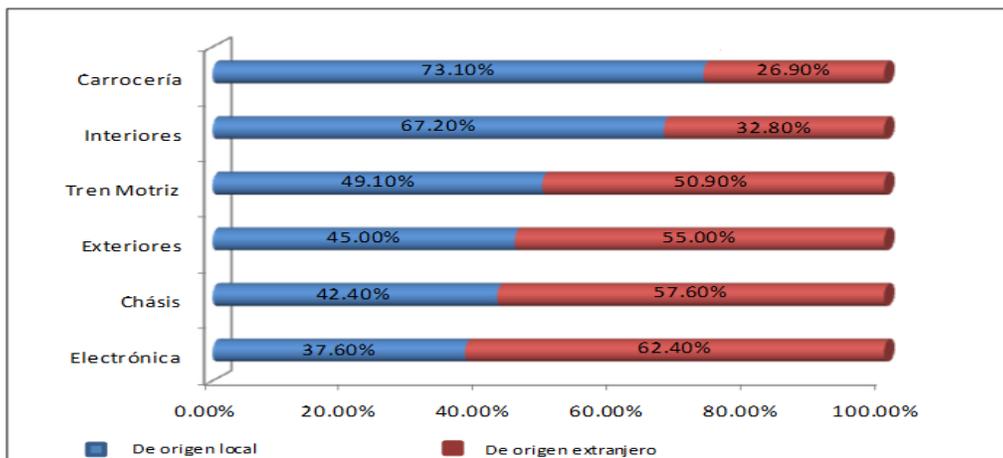
Del total, existen 450 proveedores de equipo original, de los cuales el 33% está representado por aquellas empresas que tienen relación directa con las compañías de la industria terminal denominadas “proveedores de primer nivel”; el resto son empresas que no mantienen una relación directa con las armadoras por lo que se le conoce como proveedores de segundo y tercer nivel ya que éstas sólo se encargan de abastecer de componentes a aquellos proveedores de primer nivel.

Respecto a la especialización *“la industria de autopartes presenta más desarrollo en la fabricación de componentes para motor, transmisión y carrocería (Vicencio, 2007)”*, por lo anterior, México podría aprovechar esta oportunidad para incrementar su participación y competitividad en dichos eslabones de la cadena productiva con el fin de aumentar por un lado la eficiencia energética de los automóviles ligeros y por el otro lado disminuir las emisiones de GEI.

3. Crecimiento e impulso de la Industria Automotriz en México para vehículos ligeros

La Industria Automotriz en México representa uno de los sectores más dinámicos de la economía nacional, mismo que para “2015 podría alcanzar un valor de 78,000 mdd (casi dos veces el PIB actual de la industria) y en 2030, un valor de 118,000 mdd (casi tres veces el PIB actual)” (Empresa A.T. Kearney, 2007).

En lo referente a la producción de componentes para vehículos ligeros, México presenta una posición sólida, ya que el 73.1% de la carrocería, el 67.2% de las partes interiores y el 49.1% del tren motriz son producidas en territorio nacional (Gráfica 7).

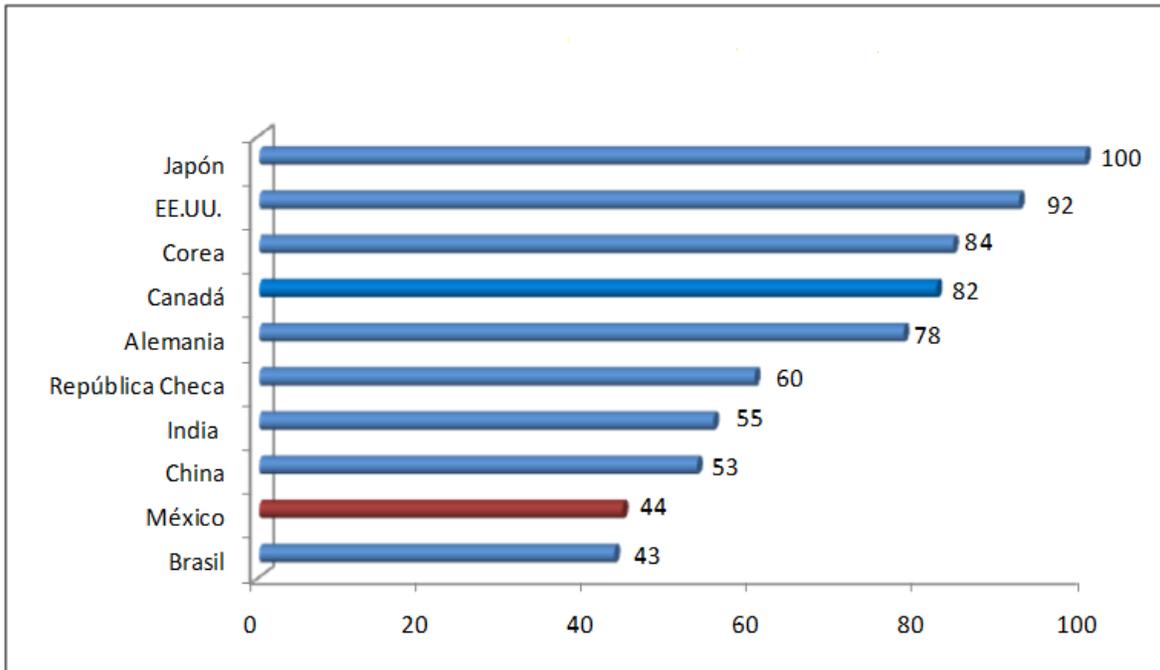


Gráfica 7. Producción de componentes, tomado de Estudio de Prospectiva, 2007.

Sin embargo, para mantener dicha posición y lograr el crecimiento mencionado anteriormente es necesario que se ponga especial atención en tres áreas estratégicas que le permitirán lograr dicho objetivo, dentro de las cuales se encuentran:

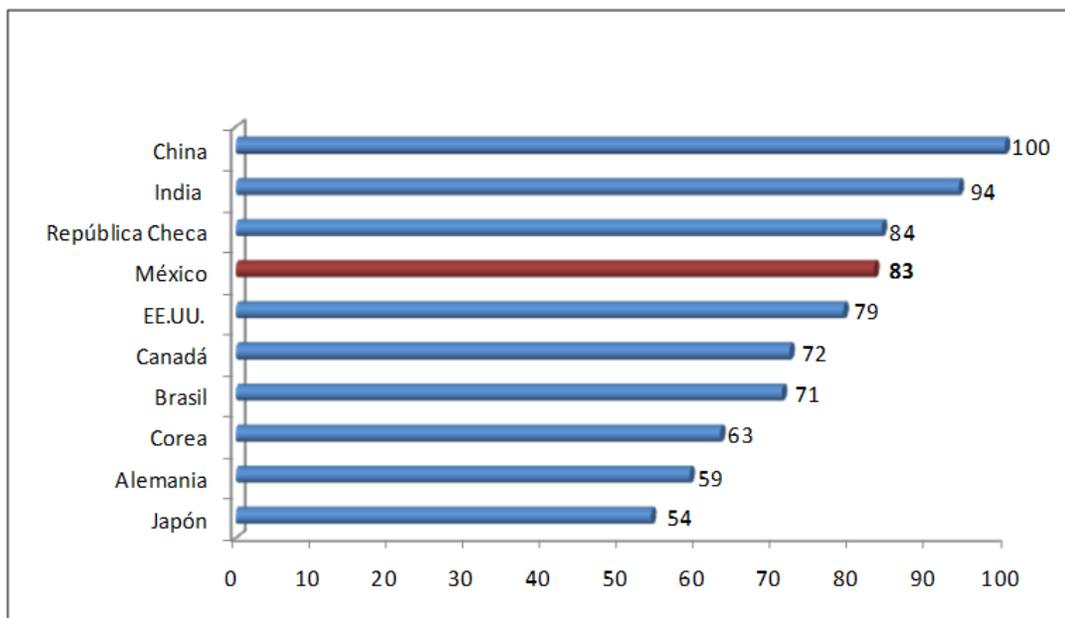
1. Competitividad en desarrollo tecnológico, área en la cual México muestra un rezago considerable, ocupando el penúltimo lugar, seguido de Brasil,

debido a que existe poco o reducido enfoque hacia la innovación tecnológica además de que no se cuenta con personal profesional y/o técnico que se dedique a desarrollar este factor debido a la fuga de cerebros que existe tanto a distintos países como a otras industrias y/o sectores manufactureros.



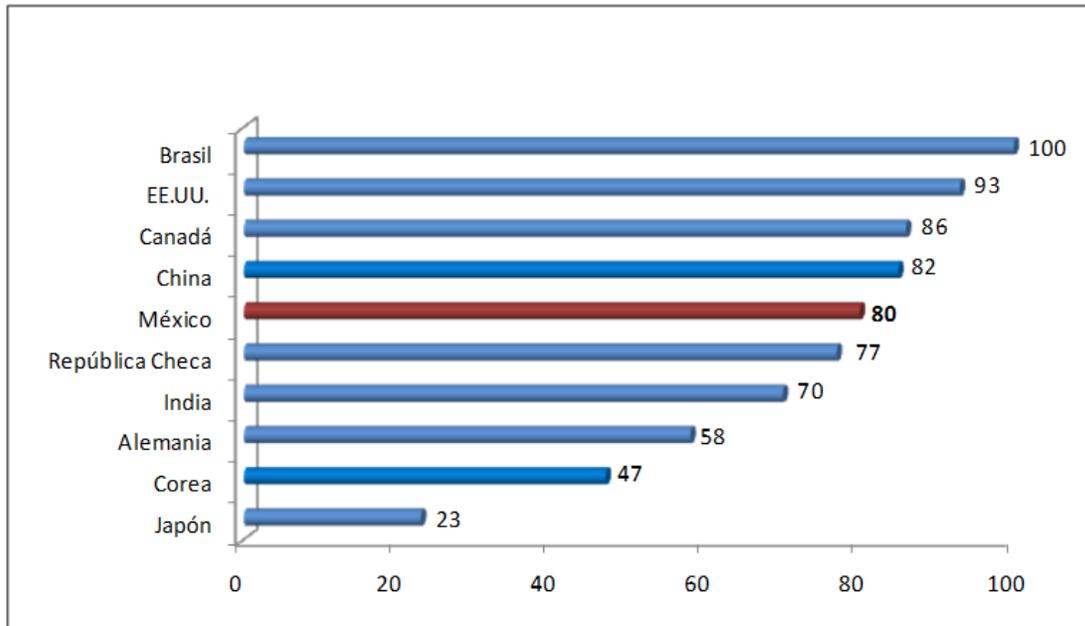
Gráfica 8. Competitividad en desarrollo tecnológico, tomado de Estudio de Prospectiva, 2007.

2. Competitividad en costos, en esta área México posee una posición geográfica favorable por su cercanía con Estados Unidos, en comparación con algunos países desarrollados, se encuentra posicionado en este rubro detrás de economías emergentes tales como China, India y República Checa, por lo que es necesario que trabaje en el mejoramiento de sus costos de manufactura, acción que le permitirá competir con dichas economías, en áreas tales como la electrónica, la forja y fundición así como en las telas. Además es necesario que se impulse la reforma energética y la reforma fiscal del país ya que éste ocupa el 2do. lugar en cuanto a costos de energía.



Gráfica 9. Competitividad en costos de manufactura, tomado de Estudio de Prospectiva, 2007.

3. Enfoque de negocios, debido a los altos costos en renta y sueldos administrativos y gerenciales, ésta área se vuelve poco competitiva, por lo que es necesario que se promuevan y otorguen incentivos e inversión destinados a la investigación y desarrollo dentro del país.



Gráfica 10. Competitividad en enfoque de negocios, tomado de Estudio de Prospectiva, 2007.

3.1 Tecnologías estratégicas a mejorar en vehículos ligeros en México: tren motriz, interiores y electrónica

En los automóviles convencionales el movimiento que éste realiza es gracias al calor que se produce al quemar gasolina y/o diesel dentro del motor así como al oxígeno inyectado; el calor expande los gases generados en el proceso de combustión empujando a los pistones en un subir y bajar continuo e incesante.

Sin embargo, el motor sólo aprovecha una pequeña fracción de la energía calórica producida mientras que el resto se pierde en fricciones en el motor, en la transmisión, en el rodamiento con el piso y con el aire al moverse el vehículo; así como en calor que sale por el escape en las partículas y diversos gases

contaminantes que se emiten como resultado de la combustión de los combustibles.

Anteriormente no se le daba demasiada importancia a mejorar el rendimiento de los motores debido a que éstos ofrecían una buena aceleración del vehículo, en la actualidad las cosas han cambiado para los fabricantes de los mismos ya que buscan fabricarlos cada vez más eficientes de tal manera que logren aprovechar mayor energía y cumplir con las exigencias de los consumidores en cuanto a velocidad y potencia, además al mejorar su fabricación pueden mejorar su proceso de combustión y lograr con ello disminuir las emisiones de GEI.

Por su parte, el sistema eléctrico a través de la batería y los diferentes circuitos como el de la carga de la batería, el encendido y arranque del motor así como el circuito para la inyección de gasolina, la señalización, el control y los accesorios tienen como misión disponer de suficiente energía eléctrica para alimentar a dichos circuitos con el fin de que el automóvil pueda ser encendido y puesto en marcha cumpliendo además con las exigencias requeridas en cuanto potencia, velocidad y aceleración.

Cuando un cliente desea comprar un vehículo se fija en varias cosas, entre ellas pueden encontrarse: que pueda lograr una aceleración de 0 a 100 km/hora en el menor número de segundos posibles, que la velocidad máxima sea elevada, que sea espacioso, que no haga mucho ruido, que sea seguro, que sea cómodo, que tenga entrada para el USB, que tenga aire acondicionado, que sus refacciones y mantenimiento no sean costosos, que no se vaya discontinuando, que sea seguro al viajar en él, que no sea muy costoso, que el seguro en caso de dañar a otro vehículo en un choque no sea muy alto y por último que sea agradable en cuanto a su apariencia. Sin embargo, a la gran parte de los consumidores no les interesa que sea muy eficiente en el consumo de la gasolina o el diesel.

Existen varios estudios sobre las tecnologías que hay que mejorar para aumentar la eficiencia energética de un vehículo ligero (Cheah et al., 2007)

Entre las tecnologías se encuentran el motor, la transmisión, las llantas, la forma (aerodinámica), disminuir el peso del vehículo (por medio de materiales más ligeros pero a su vez más resistentes) y otras tecnologías más sofisticadas como la hibridización de la máquina, el uso de motores que funcionan con hidrógeno o vehículos que se pueden impulsar por medio de celdas de combustibles o por baterías (como las de litio). Todas estas tecnologías se han analizado y se encuentran en diferentes estados de desarrollo; algunas ya se encuentran en el mercado o estarán en él en poco tiempo, mientras otras tardarán algunos años.

Algunas de las tecnologías más sofisticadas aún cuando todavía se encuentran en desarrollo ya se encuentran en el mercado; por ejemplo el *BMW Hydrogen 7* con motor de combustión interna usando hidrógeno y el *Honda FCX Clarity* que utiliza una celda de combustible (Arrache, 2011).

En la norma estadounidense para aumentar la eficiencia energética de vehículos ligeros (CAFE) se ha hecho una clasificación de 9 clases de vehículos ligeros. Las 9 clases se muestran en la tabla 1.

CLASE
Automóvil de pasajeros subcompacto
Automóvil de pasajeros con el desempeño de un subcompacto
Automóvil de pasajeros compacto
Automóvil de pasajeros con el desempeño de un compacto
Automóvil de pasajeros de tamaño mediano
Automóvil de pasajeros con el desempeño de uno de tamaño mediano
Automóvil de pasajeros grande
Automóvil de pasajeros con el desempeño de uno grande
Automóviles deportivos y camionetas ligeras

Tabla 1. Clases de vehículos en la norma estadounidense CAFE.

Y los grupos de tecnologías para estas clases de vehículos se encuentran en la tabla 2 del documento del modelo *VOLPE*, (NHTSA – DOT). Son 7 los grandes grupos de tecnologías que se pueden usar en las 9 clases de vehículos. Los grupos grandes son: 1) Tecnologías de motores, 2) accesorios eléctricos, 3) transmisiones, 4) sustitución de materiales, 5) tecnologías híbridas, 6) tecnologías para la reducción dinámica de la carga y 7) tecnologías para la reducción de fricción aerodinámica. En la tabla 2 del documento referenciado se pueden leer tecnologías que se encuentran en cada uno de los grupos tecnológicos. Como ilustración, en el anexo VII se presentan algunos paquetes tecnológicos que se obtienen con las tecnologías de los 7 grupos considerados en CAFE.

El incluir las tecnologías que mejoran la eficiencia energética tiene un costo, no es de gratis el que un automóvil consuma menos combustible. Si el costo de mejorar la eficiencia energética no costara, casi todos los vehículos existentes serían eficientes, pero no es así. La industria automotriz poco a poco ha desarrollado y/o adquirido la tecnología para mejorar el desempeño de los automóviles (aumentar

la aceleración), porque es lo que le gusta al consumidor, sin dedicarle muchos recursos a mejorar la eficiencia energética, excepto cuando existe una preocupación muy grande porque la gasolina es muy cara; como fue el caso en Estados Unidos después del embargo petrolero de 1973. O debido a la preocupación por el deterioro ambiental y el calentamiento global.

En un estudio prospectivo de la industria automotriz en México se destaca que existen oportunidades en nuestro país en el desarrollo y producción del tren motriz, los interiores y la electrónica de vehículos ligeros (Empresa A.T. Kearney, 2007). Estas son definitivamente partes que contribuyen a aumentar la eficiencia energética de los vehículos.

4. Algunas consideraciones para un análisis Costo – Beneficio

Anteriormente se identificaron grupos tecnológicos para aumentar la eficiencia energética de los vehículos ligeros. La inclusión de cualquiera de esas tecnologías en un vehículo implica costos por lo que la decisión de los fabricantes para producir autos más eficientes significaría que éstos sean más caros. Esto se debe a que el fabricante necesita desarrollar, adaptar o comprar en el mercado las tecnologías de eficiencia energética que necesita incluir en los vehículos. Y como el fabricante invertirá más en el producto el cliente tendrá que pagar un precio más alto.

Así que el costo más alto que paga el consumidor por su vehículo nuevo es el resultado de que el gobierno federal decida establecer una norma que afecte al mercado. Con el establecimiento de una norma la oferta de vehículos no será la misma, sino que cambiará y esto puede hacer que el consumidor no compre un automóvil nuevo y por lo tanto la industria pierda, generando que los empleos y las divisas que entran al país por la exportación de vehículos nuevos disminuyan. Sin embargo, una norma nacional adecuada podría producir beneficios a la ciudadanía, a la industria, al ambiente y al planeta en general.

Ha existido demasiada discusión de si el gobierno debe establecer una norma o dejar que el mercado se regule solo, y los clientes por ellos mismos compren los automóviles eficientes. No existe consenso en la respuesta, puesto que algunos arguyen que el gobierno al establecer una norma está considerando que los ciudadanos no son "racionales" en sus compras y que el mercado no es eficiente.

Además, dicen que al hacerlo el gobierno está estableciendo que el regulador si es "racional"; aunque no necesariamente lo es, pues existen algunos ejemplos de daños económicos a la ciudadanía al establecer normas que afectan al mercado.

Si el gobierno decide establecer una norma, toma como argumento que el consumidor no se da cuenta de ciertas implicaciones que ocurren al comprar un producto, o que no tiene toda la información que el gobierno posee. Por ejemplo,

en el caso de los vehículos ligeros eficientes el cliente quizá no calcula el valor presente neto (VPN) que resulta de los ahorros de gasolina que obtendrá al cabo del tiempo. Es decir, que el consumidor obtiene un beneficio al restar dichos ahorros futuros de la gasolina (en pesos del año en que realiza la compra del costo del vehículo) al costo del vehículo que compra y por lo tanto no está mal que intervenga el estado para hacer la corrección que beneficiará al consumidor.

Además de que el consumidor al realizar la compra de un vehículo, requiere también comprar gasolina o diesel para moverlo y viajar en él, lo cual implica disminuir la seguridad energética del país, debido a la disponibilidad de petróleo en el país, o aumenta la importación de petróleo (muy ligero para el caso de México) o combustible refinado (gasolina y diesel), se genera ruido que molesta o hasta enferma a los ciudadanos y se emiten contaminantes como los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, algunos hidrocarburos (precursores de ozono) y gases de efecto invernadero que producen enfermedades como cáncer (por ejemplo por el ozono), enfermedades respiratorias (como asma) y además estas emisiones dañan al medio ambiente (por ejemplo, con la lluvia ácida) contribuyendo con ello al aumento del efecto invernadero que afecta a todo el planeta. En el caso de utilizar combustible diesel en motores y al no implementárseles dispositivos anticontaminantes (trampas de partículas) se generan demasiadas partículas que se emiten a la atmósfera, mismas que provocan daños como los mencionados anteriormente.

El consumidor al usar su vehículo no "se da cuenta" de todo este daño que genera o puede generar, o aun cuando "se da cuenta" no paga por las consecuencias, sólo por el costo del vehículo y el combustible. Los que están a favor de que el gobierno intervenga arguyen que al usar vehículos más eficientes y con menores emisiones de contaminantes el consumidor afecta menos la seguridad energética del país y causa menos daño a la población, incluyéndolo a él mismo, es decir, se

evita que el consumidor se haga "daño" a él mismo (National Academy of Sciences, 2002).

Los que argumentan en contra de la intervención del gobierno dicen que es innecesaria la intervención del mismo porque ya existen vehículos muy eficientes en el mercado (lo cual es verdad) y de que si el consumidor considerara que es una buena decisión adquirirlos lo haría, puesto que se pueden comprar.

Lo cierto es que en México durante la vigencia del PREMCE se aumentó la eficiencia ponderada de los automóviles que se vendieron. La norma estableció una eficiencia de 7.5 km/litro para el año 1982 y de 11.0 km/litro para el año 1990.

Sin embargo, después de que ya no se normó la eficiencia ya no se dieron avances significativos para la flota de vehículos nuevos como el gran logro que se obtuvo durante su vigencia (de 7.5 a 11 km/litro en 8 años). A tal grado que la eficiencia actualmente es de menos de 12 km/litro. En Estados Unidos el avance ha sido peor ante la falta de un cumplimiento obligatorio de una norma para incrementar la eficiencia energética y los consumidores que gustan de los automóviles grandes, cómodos y pesados que corren utilizando gasolina que a lo largo de los años no ha sido muy cara (actualmente si lo es). Es decir, ni en México, ni en Estados Unidos se logró durante la ausencia de una norma obligatoria que se produjeran y vendieran vehículos ligeros más eficientes que aumentaran la eficiencia energética. Estos resultados del mercado han hecho, como se explicó en el anexo V, que ya en el primer semestre de este año el país esté importando casi la mitad de la gasolina que se consume y el 40% del diesel que se usa. Por lo que sí existen razones importantes en México para la implantación de una norma obligatoria.

Una norma debe reflejar la realidad de un país; de otra manera puede causar daños económicos a la población y a la industria. Si una norma como la propuesta por el Centro Mario Molina, fija límites muy altos, implicará vehículos más caros porque a mayor eficiencia energética el costo del vehículo es mayor (National Academy of Sciences, 2002).

Así es que la mayoría de los ciudadanos no podrían adquirir los automóviles más eficientes y podrían empeorar el problema al comprar vehículos usados que no estarán normados o seguir utilizando su vehículo viejo ineficiente por más tiempo (porque los automóviles ahora funcionan por más tiempo) y hasta podrían adquirir los carros usados ineficientes "chocolates" de Estados Unidos que no tienen que cumplir con ninguna norma de eficiencia energética. La desigualdad o exclusión de aquellos ciudadanos que no puedan comprar vehículos más eficientes se notaría en las calles.

Una norma debe elaborarse con mucho cuidado, porque tiene implicaciones en el mercado. Por ejemplo, con lo poco que se conoce de las dos propuestas mencionadas anteriormente, es posible identificar implicaciones económicas importantes para la industria automotriz. La propuesta de la AMIA tiene como objetivo considerar límites diferentes para los automóviles y para las camionetas, como es el caso de la norma en Estados Unidos. En Estados Unidos el gobierno quiere proteger a sus 3 grandes empresas automotrices que han pasado por situaciones financieras catastróficas sobre todo a raíz de la crisis económica y financiera sufrida en el año 2008. El Gobierno de aquel país protege a *GM*, *Ford* y *Chrysler* para que vendan sus camionetas y no sufran por la competencia europea y oriental que está ofreciendo productos innovadores y que les han arrebatado gran parte del mercado en el mismo Estados Unidos. Los límites de eficiencias en la normatividad de Estados Unidos dependen de la sombra (área de los vehículos) por lo que los automóviles compactos tienen límites más estrictos mientras que los límites para las camionetas son más laxos, por lo que estos requieren menos inversiones para su fabricación.

Si en la norma mexicana se regulara tanto a los automóviles compactos como a las camionetas en el mismo grupo entonces a las camionetas se les impondrían más restricciones para lograr que fueran más eficientes y por lo tanto quizá se podría disminuir su venta porque serían más caras. Por medio de la norma se podría reducir la proliferación de las camionetas nuevas ineficientes. La AMIA

tendría que justificar una propuesta en la que se propusieran límites diferentes para los automóviles compactos y las camionetas. En Estados Unidos fue para proteger a sus tres grandes compañías automotrices, pero en el caso de México no existen compañías automotrices nacionales emblemáticas, por lo que el argumento utilizado en Estados Unidos no se podría utilizar aquí.

En lo que se conoce de la propuesta de Mario Molina no se habla de adaptación de tecnología por lo que se supone que consideran para México las tecnologías en uso en otros países y se asume que con ellas se logrará en México la misma eficiencia que en esos lugares, algo que no ocurre en la realidad, pues las tecnologías que se utilizan en los vehículos de México son adaptaciones de aquellas y por lo tanto cambia su eficiencia. En la propuesta de AMIA sí se considera una adaptación de tecnología pero no se menciona cuánto costaría, no se reporta el incremento en el costo de los vehículos. O al menos cuanto menos costaría un vehículo en relación con lo propuesto por el Centro Mario Molina. Pero no se sabe con detalle cuáles son las tecnologías que se consideran en las dos propuestas.

La propuesta de la AMIA parece mantener los atributos y comodidades en los vehículos (tamaños, aire acondicionado, capacidad de carga, aceleración, velocidad máxima, etc.), los cuales se pueden conservar manteniendo el tamaño y el peso. En este caso habría que utilizar innovaciones incrementales o disruptivas para el motor, la transmisión, la forma aerodinámica y nuevos materiales.

La propuesta del Centro Mario Molina podría lograrse más fácilmente, sin elevar los costos promedios de los vehículos, si se disminuyera el número de vehículos más pesados y más grandes dentro de la categoría de los vehículos ligeros y se vendieran más los vehículos pequeños y ligeros (disminuyendo en gran parte la población de camionetas y aumentando el número de miniautos). Sin embargo

esto puede tener implicaciones para la seguridad de los pasajeros. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos publicó un trabajo sobre la efectividad e impacto del CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*) en el que estableció que en 1993 debido a la norma se causaron entre 1,300 y 2,600 muertes y entre 13,000 y 26,000 heridos porque los vehículos no eran tan grandes ni tan pesados como a mediados de los años 70s (National Academy of Sciences, 2002).

En la publicación de la Academia de Ciencias de Estados Unidos se establece que cuando un vehículo más pequeño choca contra uno más pesado, los daños más grandes ocurren para los ocupantes del pequeño. Ese trabajo llegó a la conclusión que habría menos muertes en accidentes si los vehículos más pesados en la categoría de vehículos ligeros disminuyeran de peso, pero no los más pequeños.

También en dicho trabajo se discutió que teóricamente un vehículo más pequeño tiene más maniobrabilidad y puede ser un blanco más difícil en un accidente ("escondiéndose en un accidente"), pero parece no ser el caso. El análisis de esa Academia también establece que las camionetas que tienen un chasis más alto son más propensas a voltearse porque su centro de gravedad es más alto, pero también tienen la ventaja de que sus ocupantes sufren menos daños en choques con varios vehículos, que son choques que se dan en un 50% de las ocasiones.

Una conclusión importante de la Academia es que importa mucho el tamaño de los vehículos y de que los efectos dañinos en una colisión no aumentan si se disminuye el peso de un vehículo pero se mantiene el tamaño del mismo; la explicación de este fenómeno es que se mantiene el "espacio de aplastamiento" que juega un papel crucial en un choque. Otra conclusión fue que al disminuir el peso de los vehículos no influye mucho en las fatalidades de los transeúntes porque de cualquier manera hay una diferencia muy grande en el peso de los dos tipos de objetos.

El estudio de las muertes y daños físicos en los accidentes es muy importante para determinar cuáles son los vehículos que más conviene comprar. Desafortunadamente no existen estudios en México al respecto. Lo que si se sabe es que la mayor parte de las muertes son de peatones puesto que 7 de cada 10 muertes en accidentes de tránsito son peatones y se tienen 7 mil peatones que mueren cada año atropellados en zonas urbanas en donde les corresponde el derecho al cruce en lugares urbanos. En las gráficas del anexo VI se muestra la mortalidad hospitalaria por accidentes y lesiones y los accidentes de tráfico de vehículo automotor, pero no se ha encontrado información publicada sobre modelos y marcas de los vehículos en los que viajaban los afectados.

Una de las conclusiones del estudio de la Academia de Ciencias de Estados Unidos es que si los límites de eficiencia energética son altos, los consumidores podrían no comprar los vehículos nuevos eficientes, los fabricantes perderían al no poder vender sus vehículos y los que sí salen ganando son los desarrolladores de las tecnologías de eficiencia energética, pero eso no es el propósito de una norma para reducir el consumo de combustible, además de que nuestro país no realiza dichos desarrollos.

Al aumentar la eficiencia energética se puede dar un efecto "rebote" porque los consumidores pagan menos por el combustible y por lo tanto viajan más y a distancias más grandes. Debido a esto, se genera un consumo extra de combustible, pero que en el caso de Estados Unidos no disminuyó el beneficio de la norma en años pasados (Greene, 1998).

También es necesario considerar que debido a que se realizan más viajes por el efecto "rebote" se producirían más accidentes.

Entre los beneficios más notables de una norma para aumentar la eficiencia energética y disminuir los gases de efecto invernadero se encuentra que habría menos emisiones de gases de efecto invernadero y por lo tanto se disminuirían los efectos del cambio climático. Además se producirían menos daños al medio ambiente. Y también habría menos personas atendándose en los hospitales por

causas de enfermedades respiratorias y otras causadas por la contaminación y el ruido de los vehículos. También habría menos importación de petróleo (de petróleo muy ligero en México) y petrolíferos (sobre todo gasolina y diesel).

Por lo tanto para considerar los costos y beneficios se necesita considerar varias cosas.

El incremento en el costo de un vehículo estaría dado por los gastos debidos a la adquisición de la tecnología mejorada (considerando la mano de obra y los costos indirectos) para aumentar la eficiencia energética. La tecnología considerada no debiera disminuir la seguridad de los ocupantes del vehículo en un choque. El costo total para todos los vehículos producidos por un fabricante sería la suma de los costos de las diferentes tecnologías para todos los vehículos de las diferentes marcas y modelos. No deben incluirse los costos de los vehículos que ya cumplen con la norma, para estos podría considerarse un crédito para el fabricante por cumplir anticipadamente. También es necesario considerar apropiadamente la compra de la actualización de la tecnología mejorada que se vaya incorporando a los vehículos cada año.

Debido a que es necesario que los fabricantes cambien el diseño de sus vehículos para incorporar ciertas tecnologías es necesario que se les permita un tiempo para la planeación de los cambios. No se deben imponer mejores resultados en la eficiencia sin otorgarle a la industria tiempo para una apropiada planeación.

El beneficio para el consumidor se calcula considerando la disminución en la compra de combustible durante los años que poseerá el vehículo. Sin embargo como se mencionó antes el consumidor tiene una aversión al riesgo y esto hace que perciba menos beneficios o hasta ningún beneficio de su inversión en la compra de una tecnología más eficiente (National Academy of Sciences, 2002).

Otro de los beneficios que obtiene el comprador es que realizará menos paradas para llenar su tanque, por lo que tendrá un ahorro en el tiempo.

El costo de los daños de un gramo de carbono al medio ambiente y a la sociedad por el efecto invernadero se tienen cuantificados. Los gramos de carbono emitidos se obtienen del contenido de carbono en gramos de un litro de combustible (gasolina o diesel) usado. Por lo que los beneficios de una mejor eficiencia se calculan de los gramos de carbono por kilómetro que no se emiten. Como se utilizan menos litros de combustible al recorrer un kilómetro, se obtiene un beneficio directamente proporcional a la diferencia de los kilómetros por litros consumidos entre un vehículo más eficiente y uno que no lo es.

También se pueden estimar beneficios económicos de la disminución del carbono en los procesos de refinación de combustibles al disminuir la cantidad que se necesita de ellos por la mejor eficiencia de los vehículos.

En Estados Unidos existen estimaciones sobre los ahorros en dólares que se obtendrían porque las personas se presentarían menos a los hospitales por enfermedades causadas por la contaminación emitida por el transporte, en México se tendría que hacer una estimación al respecto de acuerdo a los límites de eficiencia que se reglamenten.

También podría hacerse una estimación del número de muertes evitadas o aumentadas por el tipo de vehículos para los cuales la norma incentivará su compra.

Los costos y beneficios estimados dependen de los datos que se utilicen, de las suposiciones que se hagan y de las herramientas utilizadas para obtener los resultados.

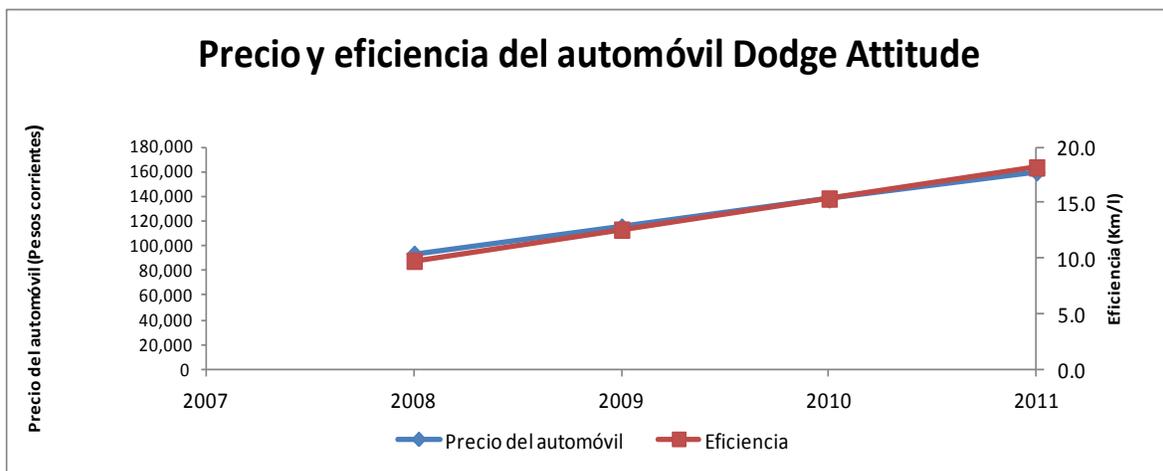
Por ejemplo, en las dos propuestas que se mencionan en este trabajo es obvio que los proponentes no usan los mismos datos, tampoco usan las mismas suposiciones, ni las mismas herramientas, por lo tanto, no es una sorpresa que se lleguen a conclusiones diferentes.

En el documento de la norma de Estados Unidos existen varios resultados para los costos y beneficios para el consumidor y la sociedad considerando varios

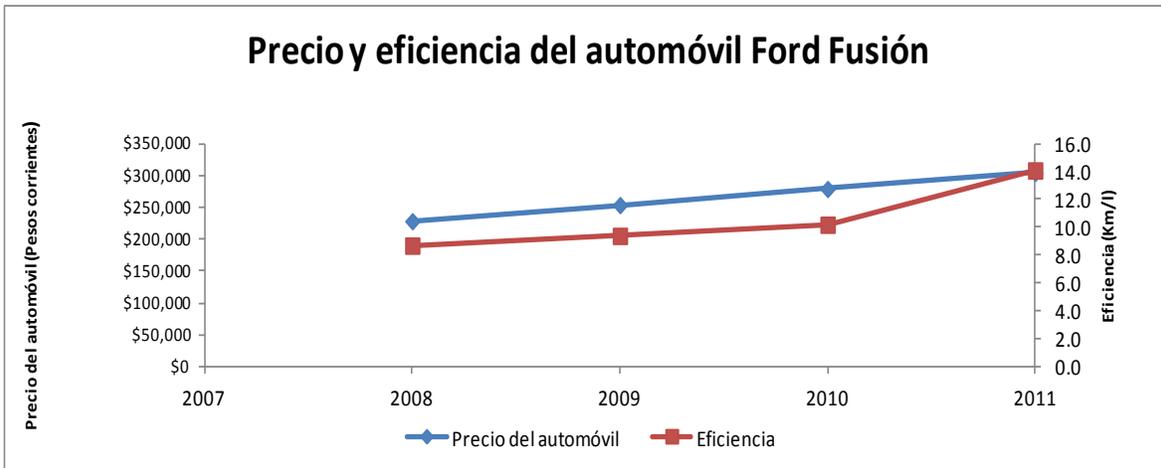
escenarios (NHTSA y EPA, 2010). Los datos y suposiciones importantes se proporcionan y los resultados se obtienen usando el modelo *VOLPE*. Una extensión de este trabajo podría incluir el usar el modelo *VOLPE* adecuado para estudiar el caso de la normatividad en México.

4.1 Análisis sobre eficiencia energética para los vehículos *Dodge Attitude* y *Ford Fusión*

Los automóviles *Dodge Attitude* y *Ford Fusión* se encuentran dentro de la clasificación de vehículos ligeros en México, los cuales muestran un incremento en su precio de venta al público así como un aumento en su eficiencia energética registrados en los últimos cuatro años.



Gráfica 11. Precio y eficiencia energética del automóvil *Dodge Attitude*, elaboración propia con datos de la revista "Automóvil" 2008 – 2011.

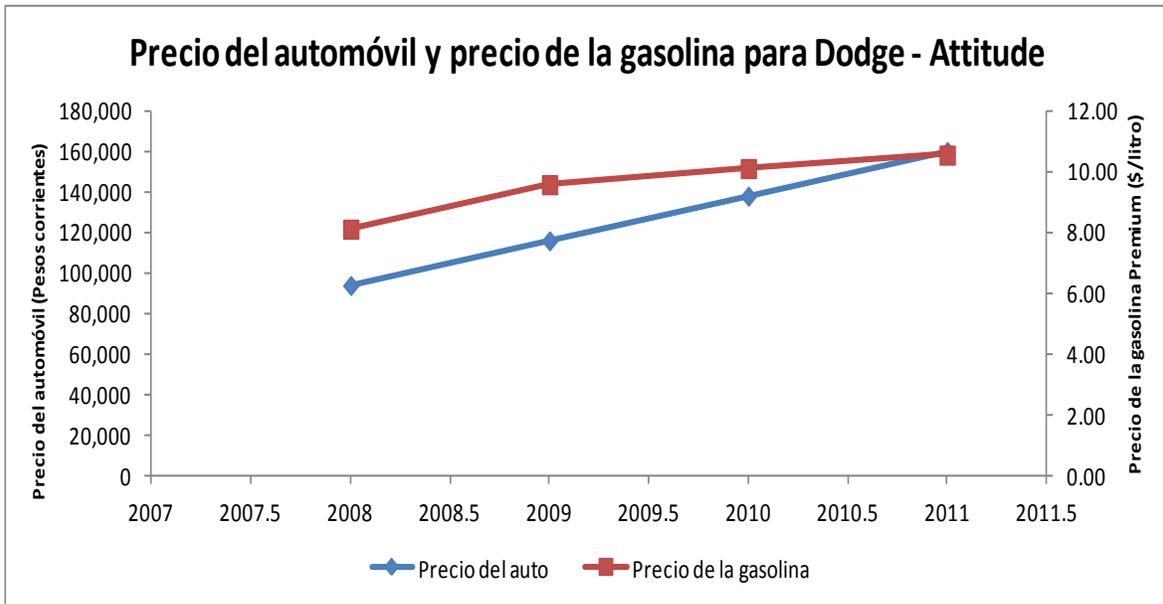


Gráfica 12. Precio y eficiencia energética del automóvil *Ford Fusión*, elaboración propia con datos de la revista "Automóvil" 2008 – 2011.

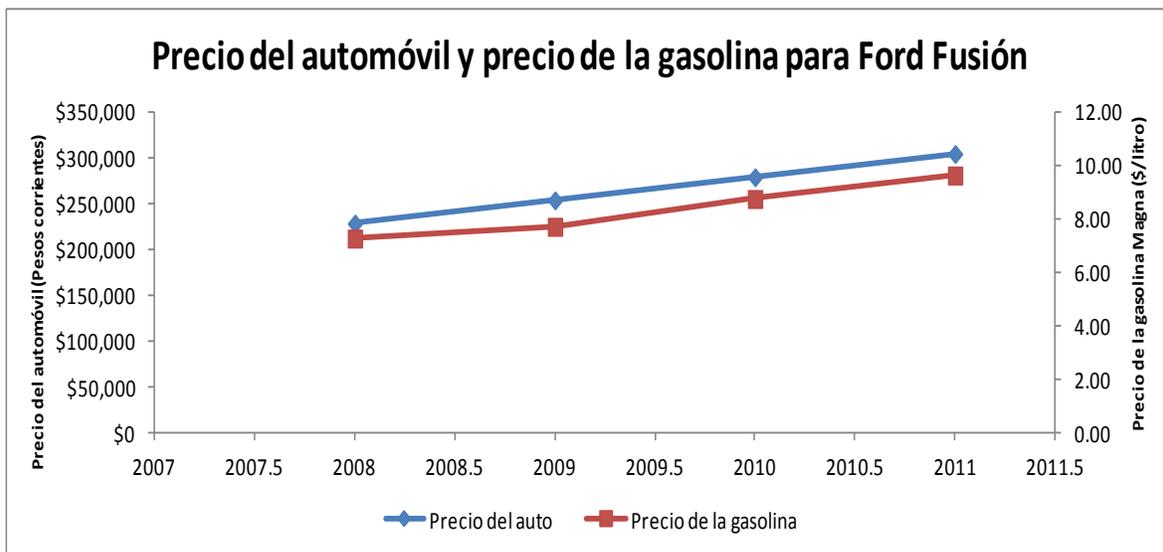
Uno de los factores importantes que influye en la elección de un automóvil eficiente es el consumo de combustible, así como el promedio de kilómetros que éste recorre al año, de tal manera que los incrementos que se registran en el precio de la gasolina *MAGNA* o *PREMIUM* afectan directamente el costo anual que se invierte en el combustible, el cual depende del consumo de cada vehículo

Es importante mencionar que es recomendable que los vehículos nuevos utilicen gasolina *PREMIUM* debido a su bajo contenido de azufre.

En las gráficas 13 y 14 se observa que tanto el precio de la gasolina como el precio del automóvil aumentan año con año.



Gráfica 13. Precio del automóvil *Dodge Attitude* y precio de la gasolina *PREMIUM*, elaboración propia con datos de la revista "Automóvil" y de la página *Gasmart*, 2008 – 2011.

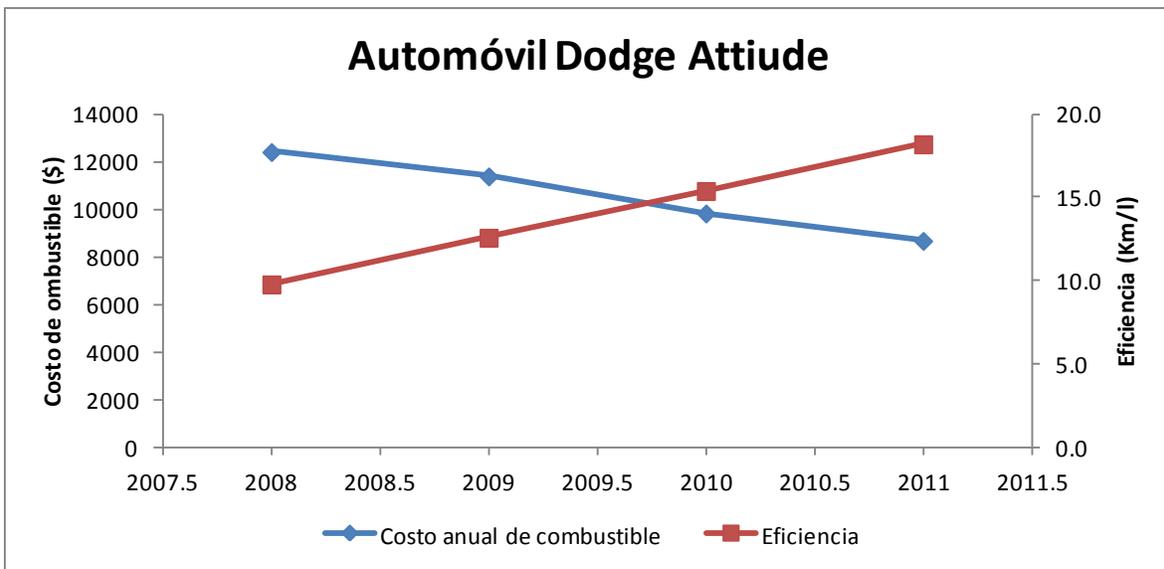


Gráfica 14. Precio del automóvil *Ford Fusión* y de la gasolina *PREMIUM*, elaboración propia con datos de la revista "Automóvil" y de la página *Gasmart*, 2008 – 2011.

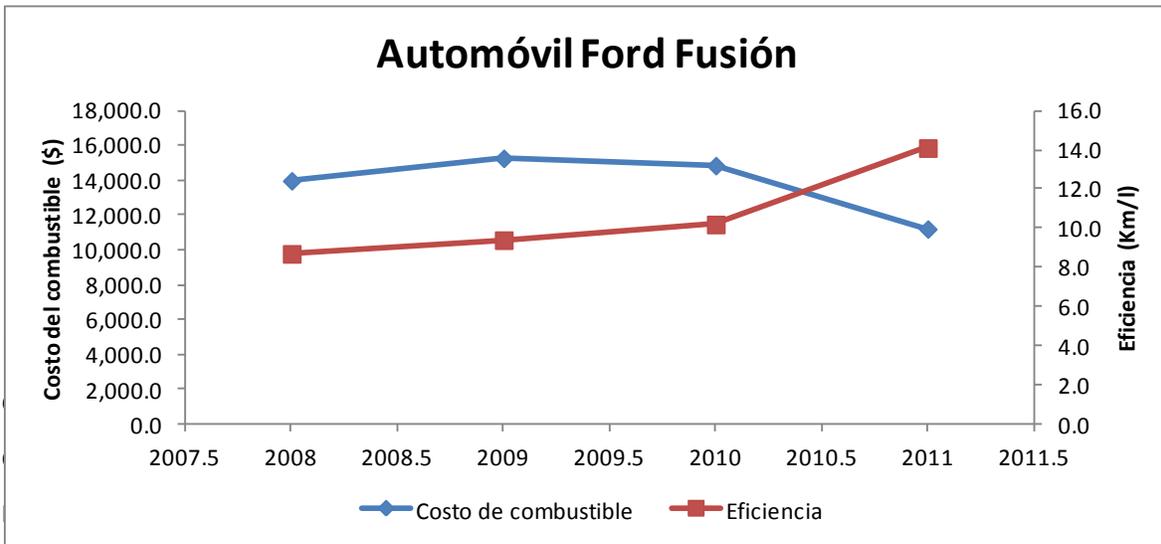
Asumiendo que un automovilista recorre en promedio 15,000 Km al año (CONUEE, 2011), su costo anual en combustible estará dado por:

$$Costo = \left(\frac{Km / año}{Eficiencia} \right) * P_{gasolina} \dots\dots\dots(1)$$

De tal manera que al utilizar la ecuación 1 se obtienen los siguientes resultados para los automóviles *Dodge Attitude* y *Ford Fusión* respectivamente, mismos que se muestran en las gráficas 15 y 16.

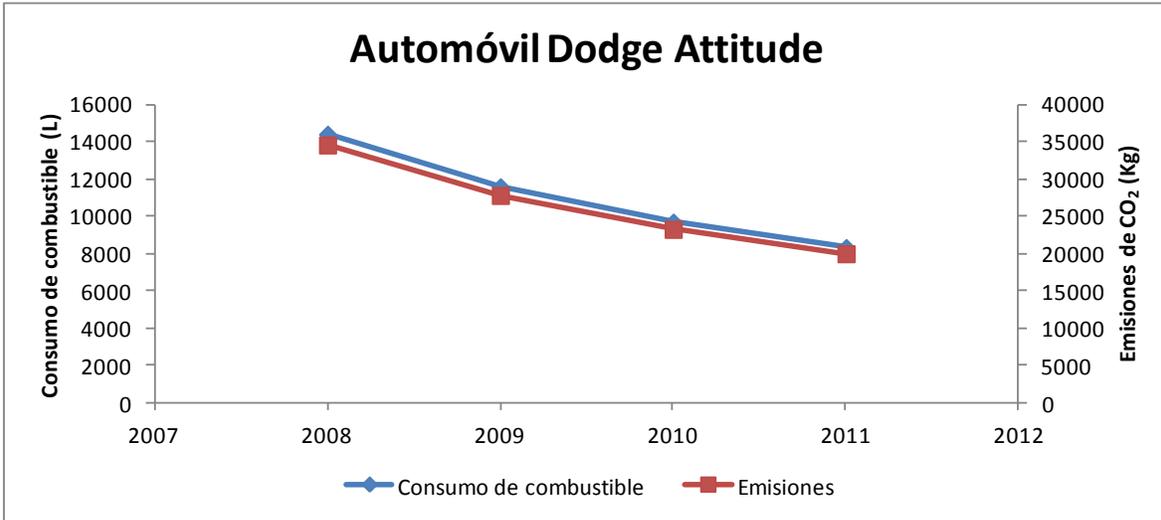


Gráfica 15. Costo del combustible y eficiencia energética para el automóvil *Dodge Attitude*, elaboración propia con datos de la revista "Automóvil" y la página *Gasmart*, 2008 – 2011.

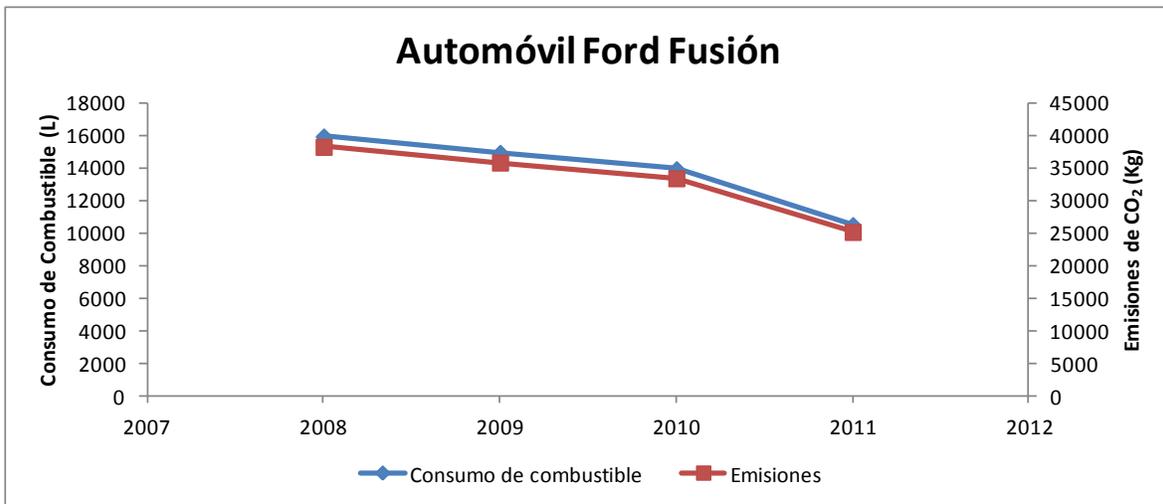


Gráfica 16. Costo del combustible y eficiencia energética para el automóvil *Ford Fusión*, elaboración propia con datos de la revista “Automóvil” y la página *Gasmart*, 2008 – 2011.

Por otra parte, cuando se incrementa la eficiencia en los automóviles se produce un ahorro en los combustibles fósiles (gasolina) contribuyendo con ello a la disminución de las emisiones de GEI que son emitidas a la atmósfera. Por cada litro de gasolina se generan 2.4 Kg de CO₂, así las emisiones anuales dependen del consumo anual del combustible (Gráficas 17 y 18), de tal manera que al disminuir el consumo de combustible también se disminuyen las emisiones de CO₂.



Gráfica 17. Consumo de combustibles y emisiones de CO₂ para el automóvil *Dodge Attitude*, elaboración propia con datos de la revista “Automóvil”, 2008 – 2011.



Gráfica 18. Consumo de combustible y Emisiones de CO₂ para el automóvil *Ford Fusión*, elaboración propia con datos de la revista “Automóvil” 2008 – 2011.

5. Conclusiones y recomendaciones

Para la elaboración de una norma deberían darse a conocer los datos que se utilizan. Por ejemplo, las tecnologías que se esperan incluir en los vehículos nuevos, sus costos, las eficiencias energéticas que tendrán durante la vigencia de la norma, así como la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero que éstas tendrán.

También sería deseable que se hicieran públicas las suposiciones que serán utilizadas en los cálculos de los beneficios para los consumidores así como los resultados obtenidos. Por ejemplo, la cantidad de combustible que se espera ahorrar en las diferentes marcas y modelos.

La norma mexicana no debería ser una copia al carbón de la de Estados Unidos. México no es desarrollador de tecnología. Y aquí no se tiene que proteger los productos de compañías emblemáticas como *General Motors*, *Ford* y *Chrysler*, como en Estados Unidos.

La comparación de lo que se conoce de las dos propuestas de norma hace obvio que están basadas en datos y suposiciones muy diferentes además de que no se conocen los detalles, es decir, la sociedad no tiene acceso a la información que podría impactar directamente sus bolsillos.

Ya en este momento existen varias incongruencias en los trabajos sobre la norma. Como lo señalábamos antes, es el Gobierno el que debe liderar los esfuerzos y hasta el momento es una Fundación y la AMIA quienes están dirigiendo el esfuerzo sin dar a conocer los datos, las suposiciones y las herramientas que utilizan. El gobierno federal ha asumido hasta el momento el papel de espectador.

El PRONASE establece que deben existir dos normas: una para vehículos ligeros y medianos y la otra para vehículos pesados. Esto es diferente al caso de Estados Unidos, que ha promulgado dos normas, una para vehículos ligeros y otra norma para vehículos medianos y pesados. La norma de Estados Unidos para vehículos

ligeros establece límites diferentes para los automóviles y las camionetas. La clasificación de los vehículos que se hace en Estados Unidos tiene sentido porque los vehículos ligeros son muy diferentes a los medianos y pesados. Desde luego que es necesario estudiar si para México sería bueno considerar límites diferentes para la eficiencia energética de los automóviles y las camionetas.

El PRONASE no establece que las normas de eficiencia energética contengan límites para la disminución de contaminantes, sin embargo en la mayoría de las normas que se han estado promulgando en el mundo se establecen límites para las dos cosas, lo cual tiene mucho sentido porque de lo contrario se podría lograr una mayor eficiencia energética con tecnología que aumente la contaminación, como es el caso de la tecnología de inyección directa de mezclas pobres en el caso de los motores del diesel (National Academy of Sciences, 2002).

Con una norma apropiada se podría regular que los automóviles que utilicen esa tecnología también incluyan dispositivos anticontaminantes efectivos. Lo que se conoce de la propuesta de la AMIA no incluye más que la parte de eficiencia energética sin referirse a límites en la emisión de contaminantes.

Como se discutió en la parte de costos y beneficios, una norma que obligue a límites de eficiencia de combustible altos no favorecería a los consumidores, ni a los fabricantes sino más bien a los desarrolladores de tecnología. México no es un desarrollador de tecnología como se discutió ampliamente en varias secciones de este trabajo por lo que debe procurarse que los límites no sean tan altos y se puedan cumplir en un tiempo razonable.

Como se ha discutido en varias partes de este trabajo existen varias tecnologías que se pueden desarrollar o adaptar para aumentar la eficiencia energética de los vehículos, pero desafortunadamente la infraestructura, el financiamiento y los recursos humanos que se tienen en el país restringirán nuestra participación en su desarrollo. Es decir, nosotros estamos fuera de esa parte de la cadena de valor en la que sí participan los países industrializados. Sin embargo, existen oportunidades en la industria de autopartes, como se discutió anteriormente

(Empresa A.T. Kearney, 2007), pero para poder afianzar estas oportunidades es necesario el desarrollo de recursos humanos y la inversión del país en ciencia y tecnología, algo difícil porque actualmente se dedican a esas actividades alrededor del 0.36 por ciento del producto interno bruto del país. En autopartes existe una gran oportunidad de desarrollar productos con mayor valor agregado, porque México es el país que más le provee de autopartes a Estados Unidos, pero aún así México necesita recursos humanos especializados en ciertas áreas.

En donde definitivamente sí existen oportunidades para el país y se están aprovechando, es en la maquila de los automóviles. México es el noveno productor mundial de vehículos. Esto proporciona un gran número de empleos al menos hasta que la automatización de la industria lo permita y nuestro país siga siendo competitivo en los gastos de operación y fabricación de esa industria.

Bibliografía

- Alarcón, G. (2007). Importancia del manejo de la información en la toma de decisiones. Consultado el 22 de agosto de 2011, de <http://www.google.com.mx/search?q=PRIMER+ENCUENTRO+MEXICANO+PARA+LA+SALUD&hl=es>
- Arrache, G. (2011). *Hidrógeno como propulsor*. Revista Autoexplora, Año 6 (no. 61).
- Arraztoa, P. (2011). Teoría de la regulación legal. Consultado el 16 de noviembre de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/29372794/11/Concepto-y-Descripcion-de-Externalidades>
- Atrasan fábricas autos eficientes (2011, 02 de agosto). Reforma, de <http://www.expoknews.com/2011/08/02/atrasan-fabricas-autos-eficientes/>
- Blog de ingeniería y sostenibilidad para el s. 21. (2010). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.ison21.es/tag/vehiculos-hibridos/>
- Bretón – Mora, F., Sánchez – Juárez, I. *La industria automotriz y el fomento a las cadenas productivas en Sonora: el caso de la Ford en Hermosillo*. Consultado el 19 de julio de 2011 de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/111/11116271007.pdf>
- Celis, D. (2011). Inician armadoras de autos sondeos para cumplir NOM de eficiencia energética. Consultado el 26 de mayo de 2011, de http://www.excelsior.com.mx/index.php?m=nota&id_notas=739881
- Cheah, L., Evans, C., Bandivadekar, A., Heywood, J. (2007). Laboratory for Energy and Environment. Massachusetts Institute of Technology. Consultado el 16 de agosto de 2011, de http://web.mit.edu/sloan-auto-lab/research/beforeh2/files/cheah_factorTwo.pdf

Desempeño Motor Duratec I – 4 1.6L Ti – VCT (n.d.). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.fordenespanol.com/cars/fiesta/features/Feature1/>

Diseño sostenible. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.ford.es/Turismos/nuevofordfocus/MotoresYmedioAmbiente>

Diversas intervenciones en el encuentro con la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. (2011). Consultado el 4 de julio de 2011, de <http://www.presidencia.gob.mx/2011/07/diversas-intervenciones-en-el-encuentro-con-la-asociacion-mexicana-de-la-industria-automotriz/>

Economía Motor. Mercedes Benz introducirá un nuevo gestor de energía en la gama del Viano y del Vito. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de http://www.finanzas.com/noticias/economia/2011-08-17/541443_economia-motor-mercedesbenz-introducir-nuevo.html

Economides, N. (1996). *The economics of Networks*. International Journal of Industrial Organization, vol. 14 (no. 2) pp. 1 – 36.

Estudio de prospectiva tecnológica de la industria automotriz en México (2007). Consultado el 16 de Julio de 2011, de <http://www.economia.gob.mx/swb/work/models/economia/Resource/2538/1/images/ATKearney.pdf>

Gayer, T. (2011). *A better approach to environmental regulation: getting the costs and benefits right*. The Hamilton Project, The Brookings Institution.

Gereffi, G. (2001). *Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización*. Problemas del desarrollo, vol. 32 (no. 125) pp. 9 – 37.

Greene, D.L. (2007). Is Cap and Trade a sufficient carbon policy for transportation? Consultado el 24 de agosto de 2011, de <http://www->

cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/Testimony_CapAndTradeCarbonPolicy_Greene.pdf

Greene, D.L. (1998). *Why CAFE Worked*. Energy Policy, vol. 26, (no. 8) pp. 595 – 614.

Historia del motor de gasolina. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://xtdeadmotor.blogspot.com/2011/04/ciclo-atkinson.html>

Honda automóviles. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de http://www.honda.es/car/content/showroom/nuevo_honda_insight/engines_and_performance/index.fsp?fullscreen=true

Honda Eco Assist. (2008). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.tuningarea.com/noticias/honda-eco-assist/>

Honda, The Power of Dreams. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011 de <http://www.honda.com.mx/civic-sedan/medio-ambiente/>

Honda se mueve con hidrógeno. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.cnnexpansion.com/autos/honda-se-mueve-con-hidrogeno/honda-fcx-clarity>

Ibarra, Carlos A. "México: la maquila, el desajuste monetario y el crecimiento". Revista Cepal. Número 104. Agosto de 2011. Págs. 199-215.

Juárez, H., Lara, A. (2005). *El auto global: desarrollo, competencia y cooperación en la industria del automóvil*. México: Benemérita Universidad de Puebla, UAM – X, Universidad Iberoamericana, Universidad de la Ciudad de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

La industria automotriz en México. INEGI, serie de estadísticas sectoriales. (2004). Consultado el 15 de agosto de 2011, de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/Automotriz/2004/IAM-2004.pdf

La industria automotriz en México. INEGI, serie de estadísticas sectoriales. (2010). Consultado el 15 de agosto de 2011, de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/Automotriz/2010/IAM-2010.pdf

Lacy, R. (2010). Centro Mario Molina. Consultado el 18 de julio de 2011, de http://www.cedan.org.mx/exponegociosverdes/presentaciones/Rodolfo_LAC_Y_Propuesta%20Norma%20GEI.pdf

Machines, J.L. (2008). *La transformación productiva 20 años después (viejos problemas nuevas oportunidades)*. México: CEPAL.

Miguel, O. (2008). Audi Valvelift System, nuevo sistema de control de válvulas. Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.diariomonitor.com/2008/06/27/audi>

Moral, J. (2010). Ford Mondeo EOnetic y Ford Ka Start/Stop. Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://motor.terra.es/novedades-coches/articulo/ford-mondeo-kia-econetic-ecologico56629.htm>

Motor de carga estratificada (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de http://www.angelfire.com/planet/motorinfo/motor_carga_estratificada.html

National Academy of Sciences. Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards (2002). Consultado el 26 de agosto de 2011, de http://www.nhtsa.gov/cars/rules/cale/docs/162944_web.pdf

NHTSA y EPA. (2010). Corporate Average Fuel Economy for MY 2012 – MY 2016 Passenger Cars and Light Trucks, Final Regulatory Impact Analysis. Consultado el 24 de agosto de 2011, de http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/cale/CAFE_2012-2016_FRIA_04012010.pdf

NHTSA – DOT (2010). Corporate Average Fuel Economy Compliance Effects Modeling System Documentation. Consultado el 28 de julio de 2011, de <http://www.nhtsa.gov/Laws+&+Regulations/CAFE+-+Fuel+Economy/CAFE+Compliance+and+Effects+Modeling+System:+The+Volpe+Model>

Nicholson, W. (1997). *Teoría Microeconómica: Principios básicos y aplicaciones*, sexta edición, Mc Graw Hill, Capítulo 26.

Nuevos motores F – 150. Y cada uno, el mejor. (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de http://www.ford.com.do/index.php?option=com_content&view=article&id=223&Itemid=262.

Office of the Minister of Transport. (2009). Vehicle fuel economy standard. Consultado el 19 de agosto de 2011, de http://www.transport.govt.nz/ourwork/climatechange/Documents/Vehicle_Fuel_Economy_Standard_Cabinet_Paper_Aug09.pdf

Petróleo “maduro”, otro paso privatizador. (2011, 28 de agosto). La Jornada, de <http://www.jornada.unam.mx/2011/08/28/opinion/019a2pol>

Precios de autos nuevos. (2010). Revista Automóvil, Edición 6.

Precios de autos nuevos. (2011). Revista Automóvil, Edición 12.

Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares. Ecovehículos. (2011). Consultado el 12 de agosto de 2011, de <http://www.ecovehiculos.gob.mx/>

Programa de acción específico 2007 – 2012 de seguridad vial. (2008). Consultado el 22 de agosto de 2011, de http://www.cenapra.salud.gob.mx/imgs/htm2/2009/programas_nacionales/1.Programa_de_Accixn_Especxfico_2007-2012_de_Seguridad_Vial.pdf

Prototipo Ferrari Vettura Laboratorio HY – KERS. (2010). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://noticias.coches.com/noticias-motor/prototipo-ferrari-vettura-laboratorio-hy-kers/15249>

Rosero, B. *Externalidades*. Consultado el 22 de noviembre de 2011, de http://www.fenadeco.org/pag_files/Externalidades.pdf

Rossi, I. *Fallas de Mercado*. Consultado el 16 de noviembre de 2011, de <http://decon.edu.uy/~mito/nota%20fallas%20de%20mercado.pdf>

Schumpeter, J. (2003). *The theory of economic development. An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle*. New Brunswick; Transaction Publishers 2002. Citado por Nicolás Domínguez y Guillermo Guajardo en *Capitalismo académico, tecnoparques y políticas públicas para los institutos de México*. Gaceta del Instituto Mexicano del Petróleo, pp. 12 – 14.

Serrano, J. (2011). Pila de combustible de hidrógeno. Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://motor.terra.es/especiales-coches/articulo/pila-combustible-hidrogeno-61118.htm>

Sistema multronic de Audi. (n.d.). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://wanadoo.autocity.com/documentostecnicos/index.html?cat=3&codigoDoc=143>

Sturgeon, T.J. (2001). *How do we define value chains and production Networks*. IDS Bulletin, vol. 32 (no. 3) pp. 1 – 10.

Tigre, P. (2006). *Redes de firmas y cadenas productivas*. Elsevier Editora Ltda. Tecnología para el ahorro de combustible... Active Fuel Management (DoD). (2011). Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.velocidadmaxima.com/forum/showthread.php?t=117793>

Ulla, A. (2006). Vídeo explicativo del motor 1.4 TSI del Volkswagen. Consultado el 18 de agosto de 2011, de <http://www.micoche.com/reportajes/mecanica/motores-vw-tsi-el-exito-de-la-eficiencia/>

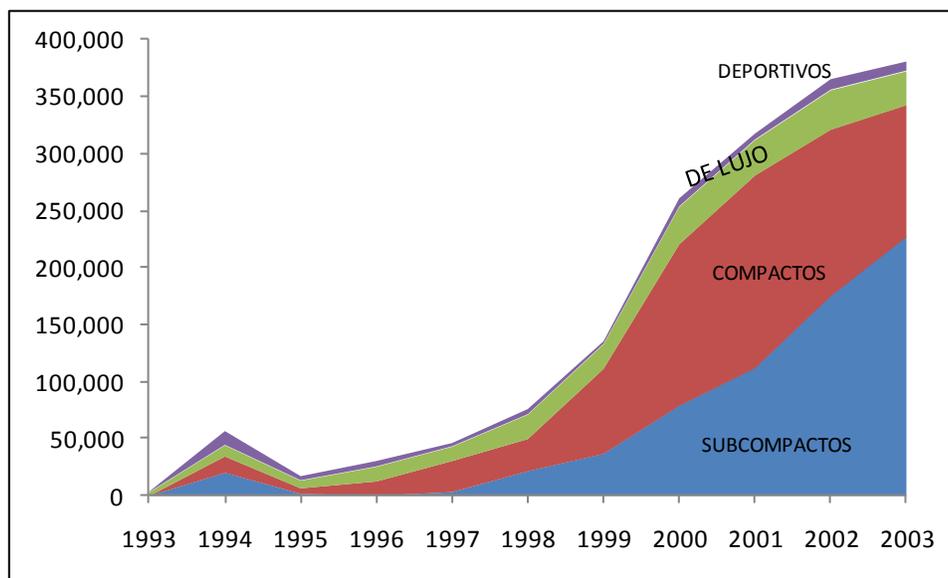
Vicencio, A. (2007). La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas. Consultado el 19 de julio de 2011, de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=39522110>

Venta de gasolina Premium ha caído cerca de 51% durante este gobierno. (2011, 10 de julio). La jornada pág. 27. Consultado de <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/10/economia/027n2eco>

Yoguel, G (2000). *Creación de competencias en ambientes locales y redes productivas.* Revista de la CEPAL No. 71, pp. 105 – 118.

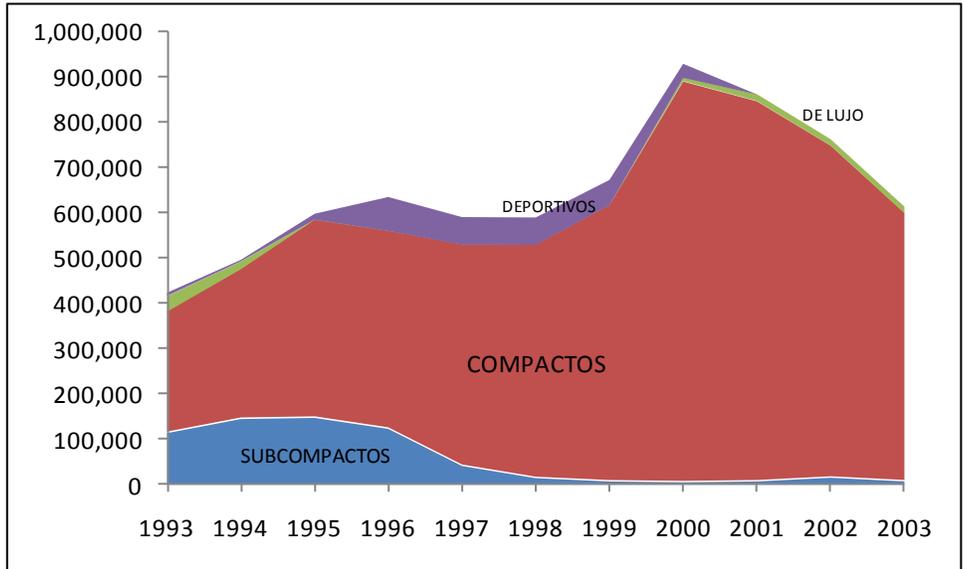
Anexos

I. Importación y exportación de vehículos ligeros



Gráfica 19. Importaciones de vehículos ligeros. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

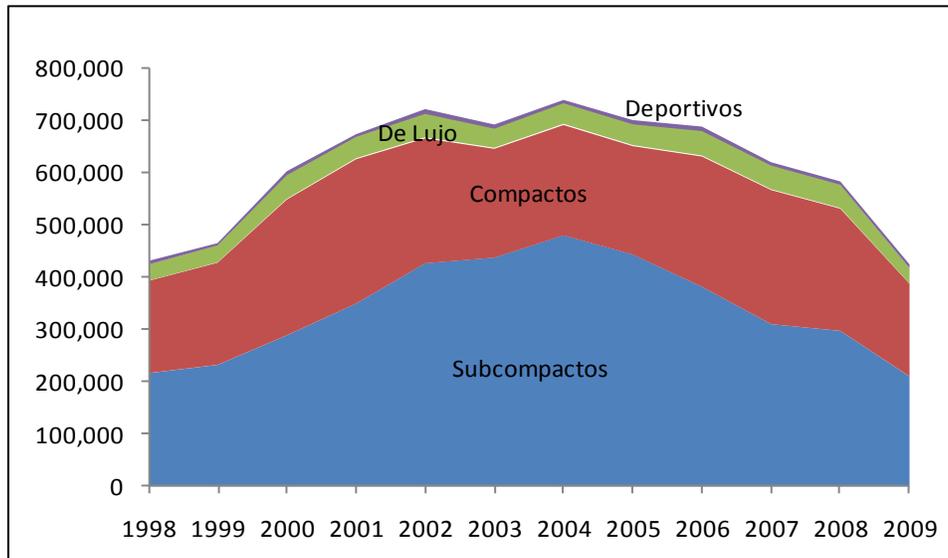
En la gráfica 19 se observa que las importaciones de vehículos subcompactos y compactos ha ido incrementando en los últimos años, mientras que la importación de vehículos deportivos y de lujo cada vez fue menor en el periodo 1993-2003. En lo que respecta a las exportaciones de vehículos ligeros, principalmente compactos (Gráfica 20), se observa que éstas registran un incremento considerable en los últimos años.



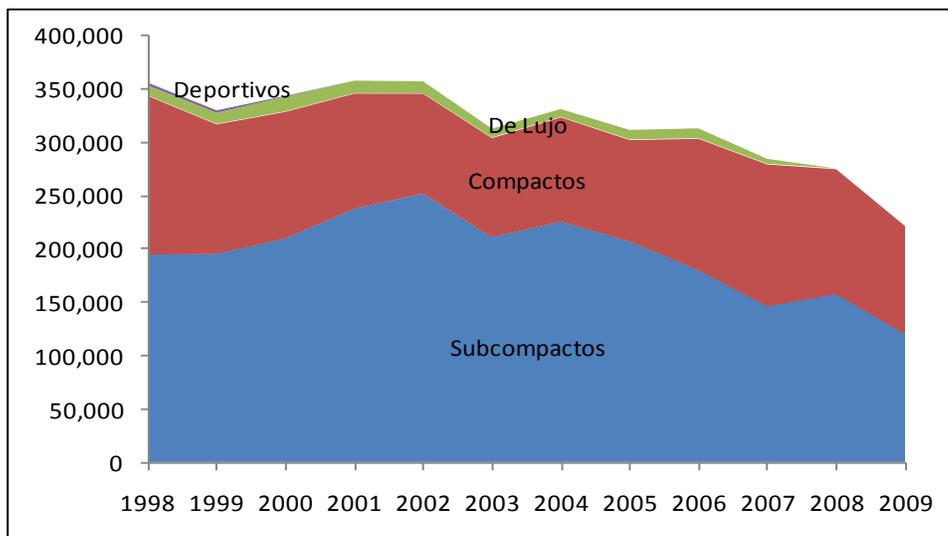
Gráfica 20. Exportaciones de vehículos ligeros, elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

II. Ventas de automóviles ligeros

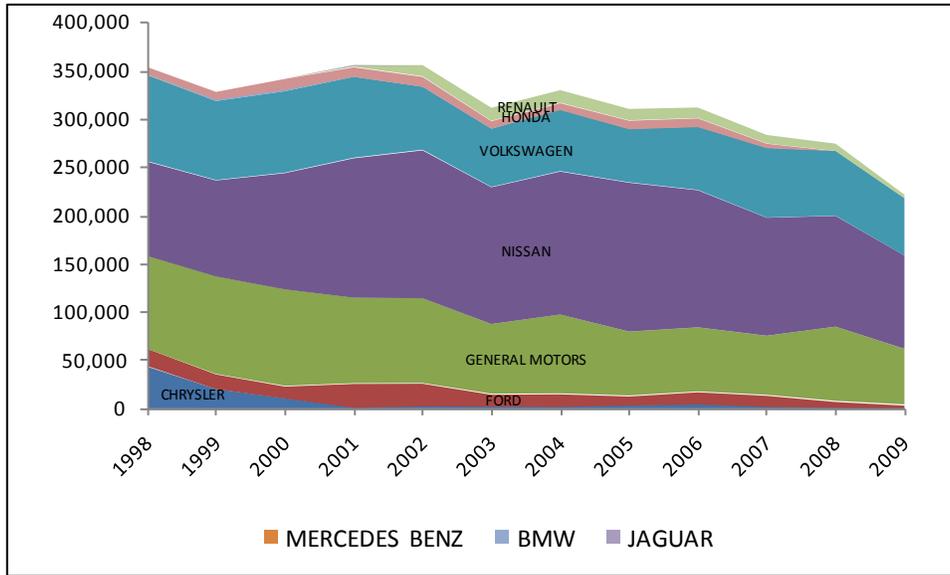
Las ventas de automóviles ligeros, principalmente subcompactos, han registrado un incremento considerable (Gráfica 21), lo cual refleja que éstos vehículos son preferidos en mayor proporción por los consumidores debido a que son los que consumen menor combustible, sin embargo, en ocasiones podrían ser más inseguros que aquellos automóviles de mayor tamaño.



Gráfica 21. Ventas de automóviles ligeros por categoría. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

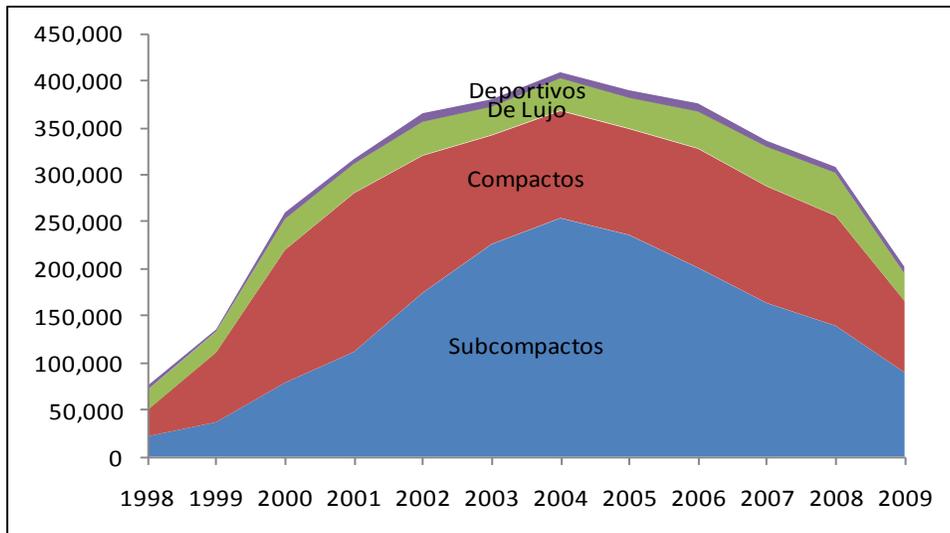


Gráfica 22. Ventas nacionales de automóviles ligeros por categoría. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.



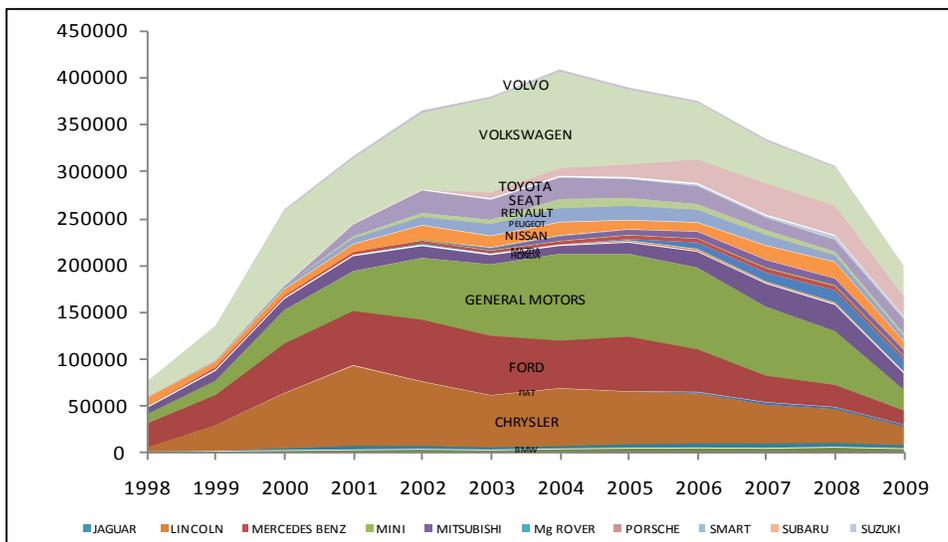
Gráfica 23. Ventas de automóviles ligeros nacionales por empresa. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

En la gráfica 23 se observa que la empresa que registra mayores ventas de automóviles ligeros en México es Nissan, seguida de General Motors y Volkswagen, mismas que destinan una mayor producción a los vehículos compactos y subcompactos (Gráfica 24).

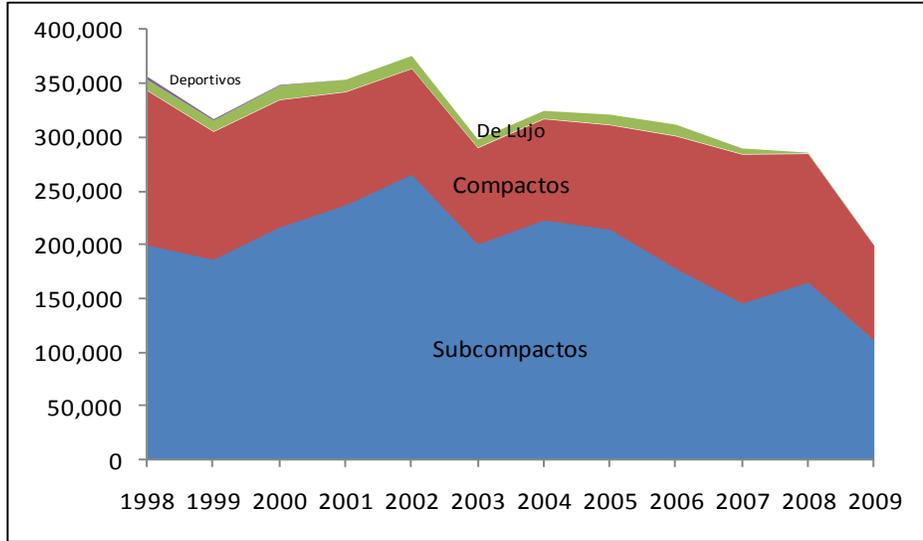


Gráfica 24. Ventas de automóviles ligeros importados por categoría. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

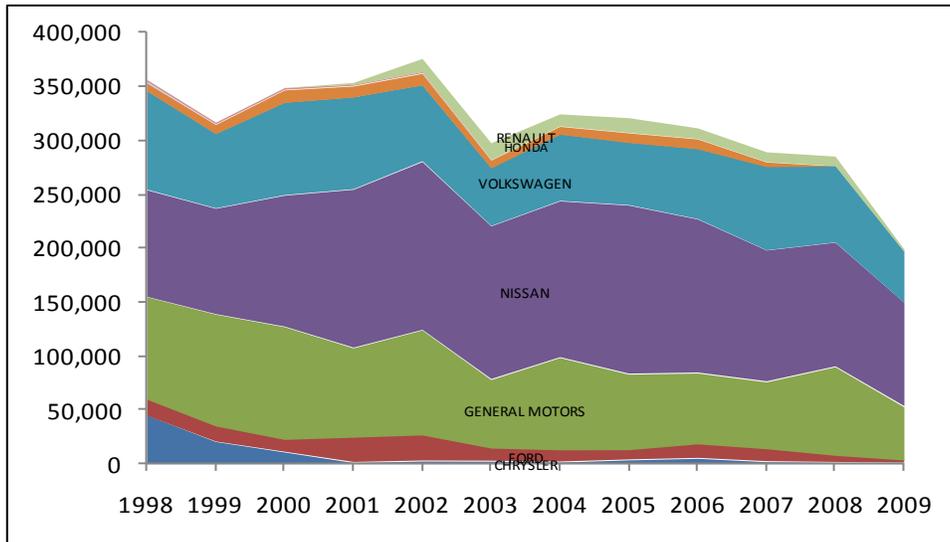
III. Producción de vehículos ligeros en México



Gráfica 25. Ventas de automóviles ligeros importados por empresa. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

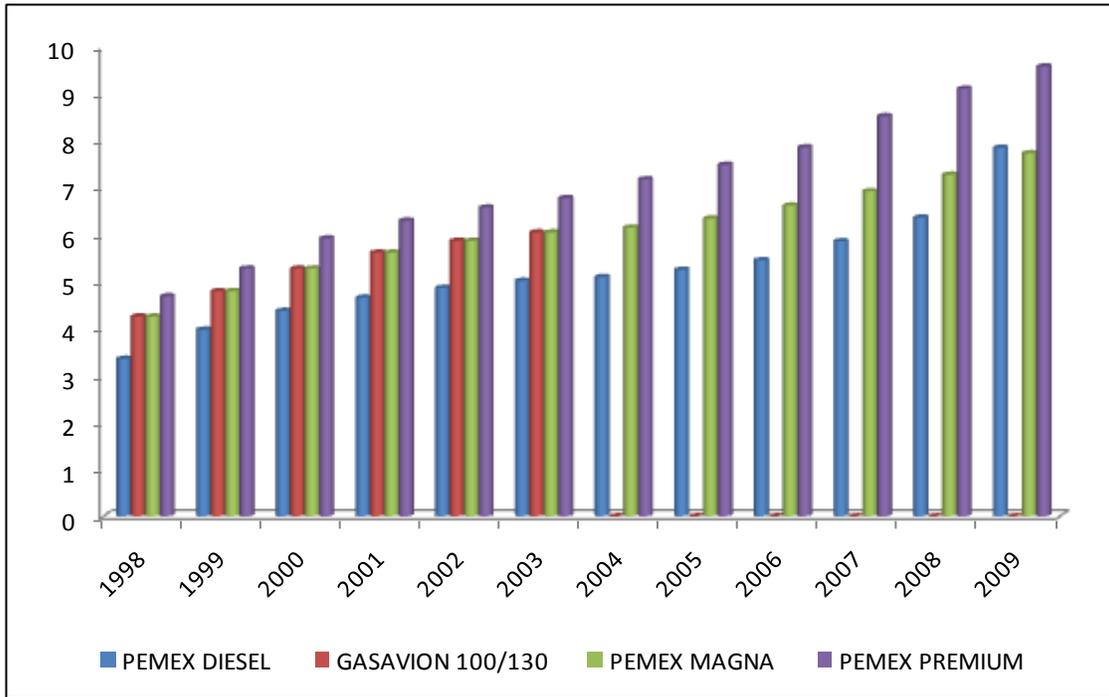


Gráfica 26. Producción de automóviles ligeros por categoría. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.



Gráfica 27. Producción de automóviles ligeros por empresa. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

IV. Precio de gasolinas y diesel en México

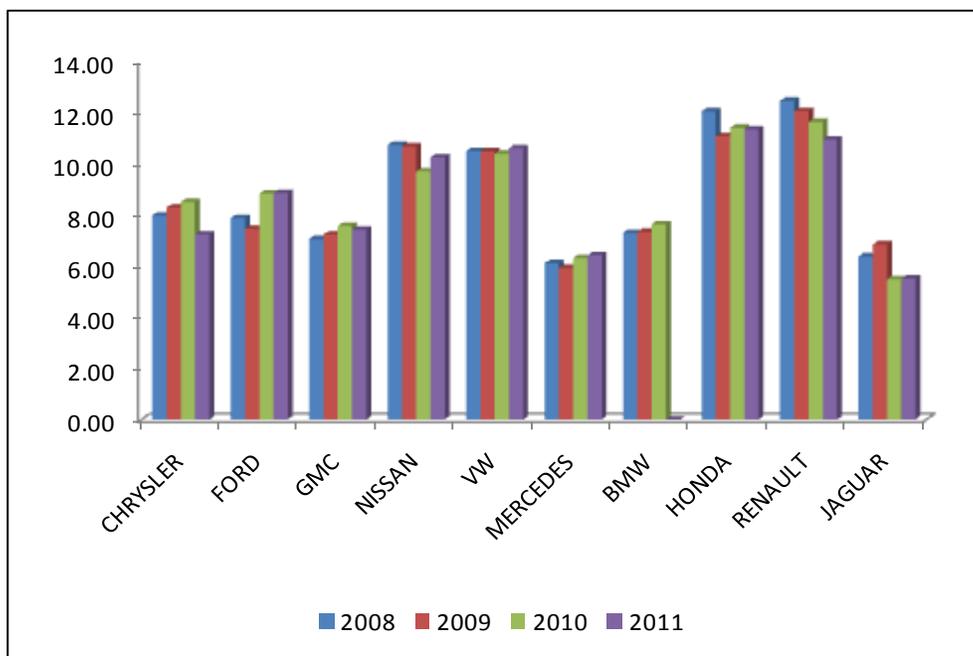


Gráfica 28. Precios de venta al público de gasolinas y diesel. Elaboración propia con información de INEGI, 2004, 2010.

V. Eficiencia energética para vehículos ligeros

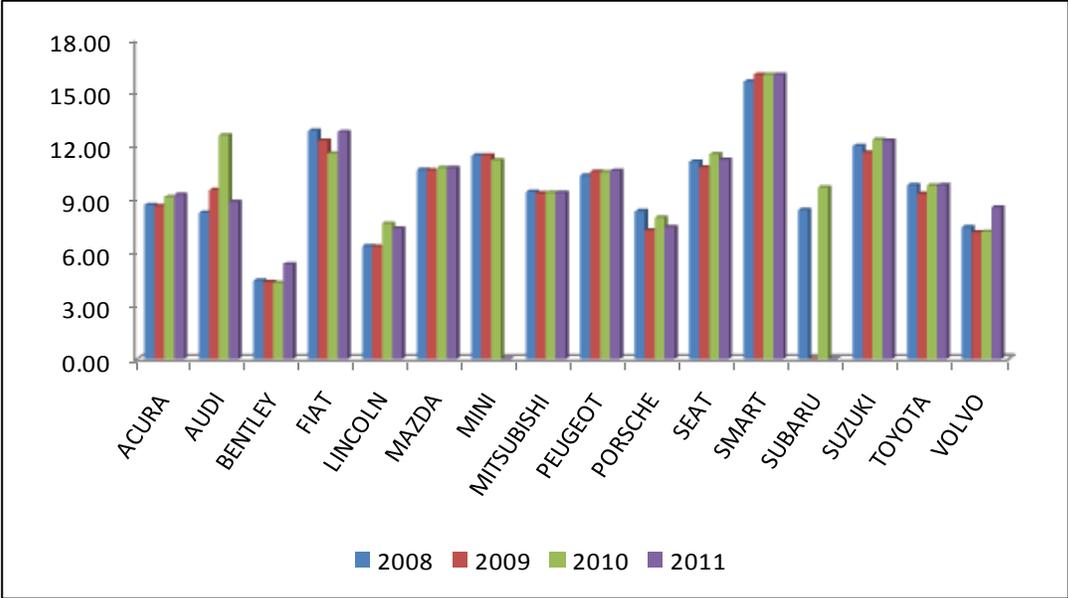
Los precios de los combustibles petrolíferos no han bajado desde 1998. En el primer trimestre de 2010 la producción nacional de gasolina fue de 448 mil barriles diarios y el consumo fue de 797 mil barriles diarios. En ese lapso en 2011 la producción nacional fue de 406 mil barriles diarios y el consumo de 799 mil barriles diarios. O sea que en este año de 2011 ya estamos importando casi el 50% de la gasolina que se consume

En el primer trimestre de 2010 la producción nacional de diesel fue de 302 mil barriles diarios y la importación fue de 90 mil barriles diarios. Mientras que en el mismo periodo de 2011 la producción nacional fue de 274 mil barriles diarios y la importación de 127 mil barriles diarios.



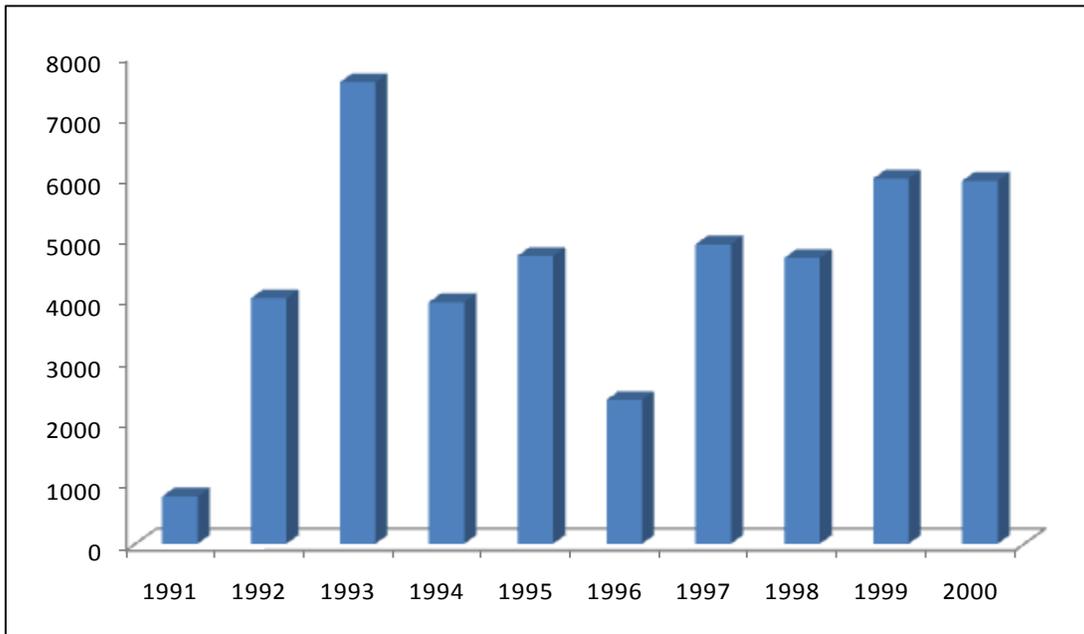
Gráfica 29. Eficiencia para vehículos ligeros nacionales nuevos (km/litro). Elaboración propia con información de Eco - vehículos, 2011.

En la actualidad las empresas dedicadas a la producción de automóviles han puesto mayor atención en ofrecer a los consumidores vehículos más eficientes, en la gráfica 29 se observa que la marca *Honda*, *Renault*, *Nissan* y *VW* registran un promedio de eficiencia que oscila entre los 10 y 12 Km / l, mientras que marcas nacionales tales como *Jaguar*, *Mercedes Benz*, entre otros, registran el promedio más bajo de eficiencia energética, por su parte, aquellos vehículos importados como *Smart*, *Fiat*, *Suzuki*, entre otros, (Gráfica 30) registran un rendimiento que oscila entre 12 y 16 Km / l.

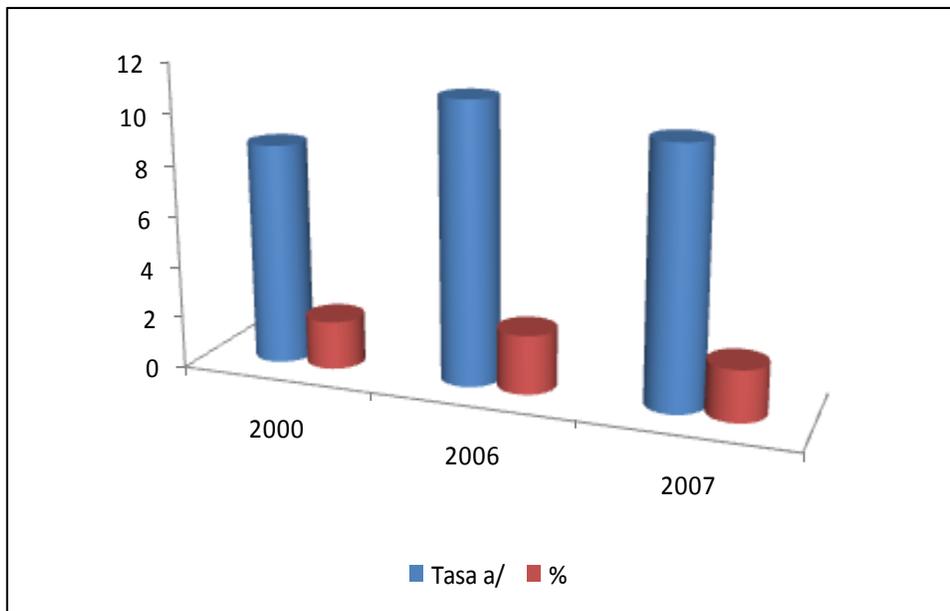


Gráfica 30. Eficiencia para vehículos ligeros importados nuevos (km/litro). Elaboración propia con información de Eco - vehículos, 2011.

VI. Accidentes y lesiones de tráfico por vehículo automotor



Gráfica 31. Mortalidad hospitalaria por accidentes y lesiones. Elaboración propia con información del 1er. encuentro mexicano para la salud, 2007.



Gráfica 32. Accidentes de tráfico de vehículo automotor. Elaboración propia con información del Programa de acción específico de seguridad vial, 2008.

VII. Tecnologías disponibles para mejorar la eficiencia energética de los vehículos ligeros

- **Asistencia integrada al motor (*Integrated Motor Assist*)**

Un híbrido es la combinación de un motor de combustión con un motor eléctrico. La batería que alimenta al motor eléctrico se carga con la energía regenerativa que se obtiene desde las posiciones de deceleración y frenado. Por lo tanto, dicho motor no necesita recargarse en una fuente de alimentación externa.

El motor eléctrico asiste al motor de combustión proporcionándole empuje durante la aceleración para mejorar el rendimiento del combustible. El sistema híbrido también hace que el sistema del vehículo marche en ralentí y pare la combustión del motor, para reducir las emisiones, por lo que cuando el conductor se detiene en medio del tráfico, el motor de combustión interna se desactiva. El resultado es un automóvil que se comporta como un coche alimentado por gasolina en términos de rendimiento, pero que emite menos CO₂ que un motor diesel equivalente además incrementa la economía del combustible (Honda automóviles, 2011).

- ***ECO Asisst***

El sistema *Eco Asisst* permite al conductor monitorear su consumo de combustible para adoptar un estilo de manejo más eficiente. Dicha tecnología muestra a través de una pantalla LCD y mediante gráficos, el rendimiento del automóvil e indica que se debe hacer para mejorarlo. La información proporcionada es fácil de comprender ya que los gráficos se muestran mediante un sistema de colores. El verde será el color 10 e indicará que se está realizando un correcto uso de la aceleración y el sistema de frenado, la degradación al color azul indica que la forma de conducción no es adecuada. Además, gracias al registro de los desplazamientos anteriores, se podrá consultar la evaluación en la conducción, (Honda, 2008, 2011).

- **I – CDTDi**

Es un motor diesel fabricado de aluminio, compacto y ligero, incorpora tecnologías de alimentación *Common Rail* de segunda generación, turbocompresor de geometría variable, intercambiador y sistema de recirculación de los gases de escape. Con dicho motor se logran fuertes aceleraciones gracias a su potencia de 140 cv a 4000 tr/min y un par de 340 Nm a 2000 tr/min, silenciosidad de marcha y ausencia casi total de vibraciones, así como reducciones considerables de las emisiones de CO₂, además los vehículos que utilizan dicho motor alcanzan una eficiencia energética de 3.07 litros por cada 100 Km (Honda automóviles, 2011).

- **Celda de combustible (FCX)**

Esta tecnología supone un sistema de hibridación que funciona con hidrógeno como combustible. El hidrógeno entra, junto con el aire, gasificado en la pila – que se llama así por su apilamiento de celdas –, donde se descompone su molécula liberando los electrones, que son los que producen la electricidad, al combinarse con el oxígeno del aire, de esta forma se genera una corriente eléctrica que impulsa el vehículo. Los automóviles propulsados por celdas de combustible de hidrógeno, son de “cero emisiones”, liberando sólo gases de vapor de agua, además poseen un rendimiento de 79 millas por ‘el equivalente de galón’ en ciudad y 68 millas en carretera (Serrano, 2011).

- **EcoBoost**

El motor *EcoBoost* combina la inyección directa de gasolina, la tecnología de turbocompresor y el sistema de distribución variable para extraer la máxima potencia. Así, mejora el uso eficiente de combustible y reduce las emisiones de CO₂.

- ***ECOnetic***

Esta tecnología consiste en un motor 1.6 Diesel TDCi de 109 CV de potencia, equipado con un filtro de partículas y acoplado a una transmisión manual de 6 velocidades que alarga sus desarrollos en torno a un 10%. *ECOnetic* homologa un gran consumo de sólo 4.3l / 100Km, en emisiones de CO₂ se traduce en 115 g/Km (Moral, 2010).

- **Motor I4 Ciclo *Atkinson* y motor eléctrico**

El motor de ciclo *Atkinson* es un tipo de combustión interna diseñado para ofrecer mayor eficiencia a expensas de la potencia. El ciclo *Atkinson* es más eficiente ya que consigue relaciones más altas de compresión. La gasolina, cuando se encuentra muy comprimida tiende a detonar antes, lo cual no es muy importante, pero si se logra una alta relación de compresión, el rendimiento termodinámico es superior. Lo anterior se consigue retrasando el cierre de las válvulas de admisión, permitiendo un pequeño reflujo de gases que vuelven al colector de admisión mientras asciende el pistón, permitiendo una relación de compresión superior. Estas válvulas controlan la cantidad de gases en el cilindro y la duración de la carrera de compresión. Todo esto sirve para aprovechar mejor la energía liberada durante la explosión de la gasolina. Como hay una menor mezcla en el cilindro, la potencia es inferior al de un motor Otto de la misma cilindrada, pero la eficiencia termodinámica del *Atkinson* es más alta: gastan menos, por lo tanto dichos motores son idóneos para aplicaciones híbridas. El motor eléctrico aporta la potencia que falta, y así combinan una entrega de potencia buena con un consumo bajo.

- **Temporizador del árbol de levas variable independiente Ti-VCT**

El motor Ti – VCT permite el control variable del árbol de levas de admisión y de escape optimizando la combustión con carga completa para aumentar la potencia y la torsión a baja velocidad. También permite la sincronización variable de levas,

que mejora el arranque en frío con menos emisiones de escape. Además cuenta con un bloque de motor de aluminio de alta resistencia, levas optimizadas y relación de compresión de 10.5:1 para ayudar a maximizar la torsión de baja velocidad y cabeza de cilindro diseñada para aumentar el flujo de aire.

- **Ti-VCT *Duratec***

Esta tecnología cuenta con 120 caballos de fuerza y 112 lb – pie de torque, el motor Ti – VCT *Duratec* está diseñado para los *sprints* rápidos. El bloque motor es de alta presión de fundición de aluminio para mayor resistencia y peso ligero. La doble distribución variable e independiente permite que el árbol de levas opere con dos válvulas de admisión y escape en diferentes momentos en el ciclo de combustión, basado en la velocidad y la carga, además, para disminuir aún más el peso el colector de admisión está fabricado de un compuesto.

- **Híbridos conectables (*Plug in Hybrid Electric Vehicle*)**

Esta tecnología consiste en convertir un automóvil utilitario convencional en un PHEV (*Plug in Hybrid Electric Vehicle*) incorporando en el mismo motores eléctricos, reguladores de carga, baterías y cargadores. La idea se basa en el hecho de que solo se requieren entre 10 – 15 caballos para mantener en movimiento un automóvil de tamaño medio por una carretera llana a una velocidad de 60 – 70 mph. Esto significa una potencia eléctrica muy pequeña y adecuada para el 70 – 85% de los casos de conducción. El motor de explosión solo sería necesario para arrancar, poner el vehículo en movimiento y para ayudar a subir las pendientes. El sistema consiste en instalar sendos motores eléctricos en el exterior de las ruedas traseras con un cargador incorporado.

- ***Active fuel management***

En esta tecnología la clave de la eficiencia y el funcionamiento reside en un juego de elevadores de válvulas hidráulicos especiales de dos etapas, que permite que los elevadores de los cilindros que se encuentran desactivados funcionen sin

activar las válvulas. Los elevadores tienen cuerpos interiores y exteriores que normalmente funcionan con una sola unidad. Cuando el controlador del motor determina que las condiciones para desactivar los cilindros son óptimas, el cuerpo exterior se mueve, independiente del cuerpo interior, en los elevadores de los cilindros desactivados. El cuerpo exterior se mueve en conjunción con la activación del árbol de levas, pero el cuerpo interior no se mueve, lo que mantiene la varilla de empuje en su lugar. De esta forma, se evita que la varilla de empuje active la válvula y se interrumpa el proceso de combustión, los solenoides del área de los elevadores del motor se activan para hacer llegar aceite a alta presión a las levas de cambio, y activan así un pasador de desenganche que separa el cuerpo interior del cuerpo exterior. La circulación y la presión del aceite no cambian, independientemente del modo de funcionamiento del motor. El diseño de los elevadores y el largo de las varillas de empuje son los mismos para todos los cilindros, pero los perfiles de las orejetas del árbol de levas son distintos en los cilindros que se desactivan.

- ***Blue Efficiency***

Este sistema incluye un generador que, durante el proceso de frenado del vehículo, transforma la energía cinética en electricidad que se almacena en la batería, lo que sirve para aportar energía adicional al sistema, lo que puede suponer que el alternador tenga restringido su uso en determinadas condiciones. Dicho alternador trabaja de forma independiente y puede aumentar su voltaje según las necesidades para asegurar la recarga rápida de las baterías.

- **TSI**

El motor TSI es un motor de inyección directa de gasolina con turbo y compresor que desarrolla hasta 170 CV. A pesar de esa potencia, sus consumos homologados son muy bajos en ciclo combinado.

La característica técnica básica sobre la que se basa la reducción del consumo es la reducción de la cilindrada, y por consiguiente menores pérdidas por fricción.

Esto da lugar a un motor más eficiente, pero que necesita la ayuda del compresor mecánico y de un turbocompresor, para aumentar su eficacia, y conseguir un empuje limpio y ahorrador (Ulla, 2006).

- **Carga Estratificada**

El motor de carga estratificada es una variante del motor de encendido con bujías y está diseñado para reducir las emisiones sin necesidad de un sistema de recirculación de los gases resultantes de la combustión y sin utilizar un catalizador. La clave de este diseño es una cámara de combustión doble dentro de cada cilindro, con una antecámara que contiene una mezcla rica de combustible y aire mientras la cámara principal contiene una mezcla pobre. La bujía enciende la mezcla rica, que a su vez enciende la de la cámara principal. La temperatura máxima que se alcanza es suficiente como para impedir la formación de óxidos de nitrógeno, mientras que la temperatura media es la suficiente para limitar las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos.

- **Sistema *Audi* de levantamiento de válvulas (*Audi Valvelift System*)**

Este sistema está basado en el actual sistema de apertura de válvulas variable en el tiempo, ofreciendo una nueva variabilidad para la elevación de las propias válvulas, es decir, se puede modificar la altura, dentro de determinados rangos, a la que se elevan las válvulas según la carga y la necesidad de rendimiento que se le está exigiendo al motor. En momentos de baja carga, la elevación variable de las válvulas oscila entre 2 y 5.7 mm, mientras que a una carga más alta las válvulas se elevan hasta un máximo de 11mm, cuidando en todo momento que independientemente de la altura de apertura de las mismas la admisión se produzca de forma correcta dentro de los cilindros. El ahorro de combustible con esta tecnología alcanza hasta un 7% en comparación con el mismo motor sin esta tecnología.

- **Caja de cambios *Multitronic***

El sistema *Multitronic* se basa en la transmisión continua CVT (*Continuously Variable Transmission*) gestionada electrónicamente, que elimina todas desventajas tradicionales de una transmisión. El *Multitronic* ofrece un mayor confort que todos los cambios automáticos tradicionales debido a que sus variaciones de desmultiplicación tienen lugar de forma continua y absolutamente exentas de sacudidas. Además, ahorra más combustible que los cambios manuales, hasta ahora a la cabeza en economía de consumo, ya que si bien sus marchas fijas trabajan por sí mismas con el mejor grado de efectividad, conducen al motor hacia regímenes de revoluciones donde el consumo es superior.

- **Sistema Parada / Arranque y Recuperación**

El sistema de recuperación de energía emplea la energía cinética generada en las fases de frenada y deceleración, haciendo trabajar al alternador de forma más contundente para almacenar mayor cantidad de energía en la batería. Así cuando hay que utilizar mayor cantidad de corriente eléctrica, el alternador “frena” menos en motor y en consecuencia se ahorra combustible, así dicha tecnología permite ahorrar un 3% de combustible en uso norma del automóvil.

- **Prototipo *Hy – Kers***

Este motor eléctrico se alimenta de una batería de iones de litio que va situada baja el suelo entre los ejes delantero y trasero, con este sistema se reducen en un 35% las emisiones contaminantes, sobre todo si se circula por tráfico urbano.

En las fases de frenada, el motor eléctrico actúa como un generador recargando la batería, también se encarga de suministrar energía a varios sistemas como por ejemplo el climatizador.