

El diesel para autotransporte en México. Situación actual y prospectiva

Eunice Leticia Taboada Ibarra*
Silvia Guadalupe Osnaya García**

Aunque nuestras refinerías todavía no están preparadas para producir la gasolina y el diesel de ultra bajo contenido de azufre que exige la normatividad ambiental, y que es requisito indispensable para introducir nuevos motores de tecnología avanzada para reducir las emisiones a la atmósfera, la tendencia en el uso creciente de diesel como combustible en el autotransporte seguirá en aumento. Las marcas que ya han introducido vehículos a diesel en el país, buscarán fortalecer su presencia en el mercado, sobre todo al promover que este tipo de combustible, además de garantizar mayor durabilidad a los sistemas avanzados de control de emisiones, contribuye a reducir las emisiones vehiculares y la concentración de contaminantes en la atmósfera.

El propósito de este artículo es revisar la situación actual de la producción y el uso del diesel en México en el marco de su creciente utilización en el autotransporte. La finalidad es reflexionar respecto a la importancia de este combustible y a la posibilidad de que en el país se produzca diesel de mayor calidad, y en las cantidades

y con la distribución requeridas, y/o que se desarrolle algún combustible alternativo para sustituirlo o complementarlo.

La industria petrolífera a nivel mundial enfrenta una serie de retos y transformaciones derivada de los requerimientos de diversa índole en la industria del autotransporte: exigencias ambientales para mejorar la calidad en los combustibles (más limpios y económicos); creciente demanda de combustibles automotrices (hay más automóviles, autobuses y camiones en circulación), y el desarrollo de nuevas tecnologías en el control de emisiones vehiculares. Situación que reclama mejora y expansión de la infraestructura de producción y dis-

tribución de combustibles, desarrollo de combustibles que contribuyan a la reducción de emisiones contaminantes y búsqueda de combustibles alternativos para un mejor aprovechamiento energético.

En ese contexto, México atraviesa por la transición al uso de combustibles automotrices menos sucios, el establecimiento de normas ecológicas para la reducción de emisiones contaminantes y la necesidad urgente de producir combustibles automotrices que cumplan con los requerimientos de calidad que demanda tecnológica y ecológicamente la industria del autotransporte.

El objetivo del presente trabajo es revisar la situación actual de la producción y el uso del diesel en México

* Profesora e investigadora del Área de Investigación "Relaciones Productivas en México" del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Correo electrónico: elti@correo.azc.uam.mx.

** Ayudante de investigación del Área de Investigación "Relaciones Productivas en México" del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Correo electrónico: <silvia_osnaya@hotmail.com>.

en el marco de su creciente utilización en el autotransporte. Lo anterior como base para reflexionar respecto a la importancia de este combustible y a la posibilidad de que en el país se produzca diesel de mayor calidad, y en las cantidades y con la distribución requeridas, y/o que se desarrolle algún combustible alternativo para sustituirlo o complementarlo.

Consumo energético del autotransporte en México

A nivel mundial y desde el inicio de su explotación (a mediados del siglo XIX), el crudo y sus derivados se convirtieron en la fuente energética primaria¹ de mayor importancia. Este hecho no es excepción en México, donde su trascendencia es superior al promedio mundial. Desde 1991 y hasta 2006, los hidrocarburos representan 90% de su consumo energético (véase Tabla 1).

Fuente de energía	Mundial	Estados Unidos y Canadá	México
Hidrocarburos	63%	62%	90%*
Crudo	41%	38%	61%
Gas	22%	24%	29%
Otras fuentes (hidráulica, nuclear, geotérmica, sólidos)	37%	38%	10%

* Para 2006, este porcentaje sigue vigente.

Fuente: Elaboración propia con base en Schifter, Isaac y López, Esteban. *Usos y Abusos de las Gasolinas*. México, SEP- FCE - CONACYT, 2003 y Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

A mayor detalle, en el año 2006 el consumo final energético del país por sectores tuvo la siguiente conformación: el sector transporte, 47.0%; el industrial, 30.1%; el agregado formado por los subsectores residencial, comercial y público, 19.9% y el sector agropecuario, 3.0%.

En particular, dentro del consumo de energía del sector transporte (1,911 petajoules, en 2006), los requerimientos del autotransporte² fueron los más altos: 91.6% (véase Tabla 2) y su demanda energética fue cubierta, fundamentalmente, mediante gasolina: 70.1% y diesel: 26% (véase Gráfica 1).

¹ La energía primaria se transforma en energía secundaria por un proceso de refinación. Los tipos de combustible que se obtienen de la transformación de hidrocarburos son: gasolinas, diesel, combustóleo, gas licuado, gas natural y kerosinas.

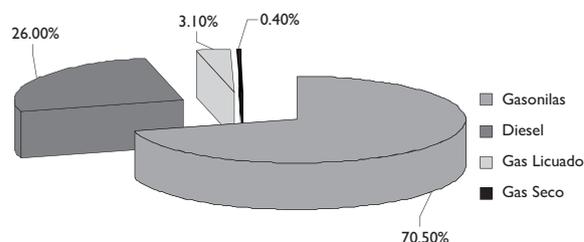
² El autotransporte se refiere tanto al transporte de pasajeros (automóviles y autobuses) como al transporte de carga (camiones).

Tabla 2
Consumo de energía del sector transporte, 2006

Fuente de energía	%
Autotransporte	91.6
Aeronáutico	5.8
Marítimo	1.2
Ferrovionario	1.3
Eléctrico	0.1

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

Gráfica 1
Principales Energéticos Consumidos por Autotransporte, 2006



Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

En similitud con la tendencia internacional, el consumo de diesel en el México es creciente. En doce años incrementó en seis puntos porcentuales su participación como energético secundario (en 1994, 20% de la energía que requirió fue a través de diesel y el 80% restante por gasolinas). Sin embargo, hay que señalar que utilizan este combustible los vehículos pesados, tanto de carga como de pasaje, y que su uso en otro tipo de vehículos aunque inicia, es marginal³.

En 2004 la composición del parque vehicular de pasaje y carga terrestre, fue de 16,956 miles de unidades (véase Tabla 3). De este total, 73.6% (12,487 miles de unidades) correspondieron a vehículos de pasaje y 26.4% (4,469 miles de unidades) a vehículos de carga. Por tipo de combustible,

³ Es de relevancia tener presente que la adopción de diesel como combustible automotriz en EU y en México, contrasta fuertemente con lo que sucede en Europa. Mientras que en Europa más de 50% del parque vehicular utilizan motores a diesel (Raskin, Amy; Saurin, Shah. *The Emergence of Hybrid Vehicles*. Alliance Bernstein, 2006); en EU, 3.6% (Flux, Tom. "Hot Topics on Clean Diesel", Diesel Technology Forum. San Diego, C.A., 2007) y en México, 3.5% (SENER. *Prospectiva de Petrolíferos 2006-2015*. México, 2006). Para el año 2001, en Europa del Oeste los vehículos ligeros a diesel representaban 36% del mercado de vehículos nuevos (Wright, C. and W.O. Weernink. "Europe's Love of Diesel It Boon to Suppliers", *Automotive News*, August 26, 2002).

596.4 miles de unidades (3.5%), la totalidad de los vehículos de autotransporte pesados (autobuses de pasajeros y camiones de carga), utilizaron diesel.

Tabla 3
Parque vehicular por clase y tipo de combustible, 2004
(miles de unidades)

Tipo	Clases	Diesel	Gas LP	Gas NC	Gasolina Magna	Gasolina Premium	Total
Pasaje	Compacto	-	-	-	3,932.4	932.1	4,864.5
	Lujo y Deportivo	-	-	-	1,361.2	185.6	1,546.8
	Subcompacto	-	-	-	3,700.0	890.8	4,590.8
	Ligeros	-	7.7	1.8	1,277.4	114.9	1,401.8
	Pesado	83.2	-	-	-	-	83.2
Subtotal							12,487.1
Carga	Ligeros	-	321.8	0.0	3,633.8	-	3,955.6
	Pesado	513.2	-	-	-	-	513.2
Subtotal							4,468.8
Total		596.4	329.5	1.8	13,904.8	2,123.4	16,955.9

Fuente: Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

Razones del uso creciente del diesel en el autotransporte

La utilización creciente de diesel en el autotransporte a nivel mundial es resultado de la convergencia de un conjunto de factores de índole diversa pero interrelacionados. Sin embargo, destacan especialmente dos:

- a) La creciente dificultad de extraer petróleo y los costos asociados con el proceso de refinación de mezclas más pesadas, lo que ha incidido en el precio del barril de petróleo y, en particular, en la modificación de los precios relativos gasolina/diesel.

El incremento de densidad en todo el petróleo extraído ha provocado el cambio en la consistencia de las mezclas. Aunque las mezclas ligeras se extraen primero por su mayor precio en el mercado y su menor dificultad de extracción, conforme se incrementa la tasa de extracción diaria, se extrae petróleo de mayor densidad. Sin embargo, a mayor densidad del petróleo, los costos asociados con el proceso de refinación de mezclas más pesadas son más altos. Esto repercute directamente en el precio del diesel y de la gasolina, aunque de forma más acentuada en el de esta última porque, aunque ambos combustibles son mezclas de hidrocarburos obtenidos por destilación fraccionada del petróleo crudo, la gasolina es más ligera y más volátil.

De esta manera, en todo el mundo se ha registrado una mayor penetración del diesel en el consumo de combustibles vehiculares, basado esto en su menor precio en comparación con el de la gasolina. Hoy en día se le considera una alternativa de ahorro cada vez más justificable en términos netos, pues el diferencial entre el precio de este y la gasolina es cada vez mayor⁴.

- b) La mayor conciencia sobre el impacto ambiental. Desde el punto de vista ecológico se justifica económicamente el desarrollo de nuevas tecnologías que generen menores problemas ambientales para garantizar con ello el menor costo social en la utilización de combustibles. En este sentido se encuentra también la conveniencia de utilizar el diesel en lugar de la gasolina como combustible en el autotransporte, ya que los motores a diesel presentan diversas ventajas respecto a los que utilizan gasolina (este tópico se aborda más adelante).

Para ejemplificar estos dos hechos, se destaca lo que ha sucedido en la industria de refinación de Estados Unidos, que recientemente ha tenido cambios importantes ocasionados en gran parte por el decremento significativo en la calidad del crudo importado, así como por las restricciones crecientes relativas a la calidad de los petrolíferos.

Por un lado, el contenido promedio de azufre de las importaciones de crudo de ese país se elevó de 0.9% en 1985 a 1.4% en 2005 (y se espera que este nivel aumente en las importaciones de los próximos años) y, desde hace 20 años, la densidad API⁵ del crudo importado ha decrecido continuamente, pasando de 32.5 hasta 30.2° API. No obstante, a medida que los insumos para la refinación han disminuido su calidad, la demanda por los petrolíferos de alta calidad se mantiene en ascenso.

Por otro lado, la Ley de Política Energética de EU (EPA) ha desarrollado nuevas medidas ambientales que requerirán que las refinerías reduzcan en la mayor parte de las gasolinas la cantidad de azufre a 30 partes por millón (ppm) en 2006, cuando a comienzos de la década de 1990 superaba las 400

⁴ Esta situación es más acentuada en Europa en donde se le aplica una tasa impositiva menor que a la gasolina debido a que se le ha considerado menos agresivo con el medioambiente (Frederick, M. "Demand for Diesel: The European Experience". Diesel Technology Forum, 2001.

⁵ La densidad grados API, es un parámetro internacional del Instituto Americano del Petróleo. Sirve para clasificar el aceite crudo: extra pesado, hasta 10° API; pesado, de 10 – 22.3; mediano, 22.3 – 31.1; ligero, 31.1 – 39 y super ligero, mayor de 39°. Instituto Mexicano del Petróleo. Glosario.

ppm. Asimismo, a partir de 2006, el diesel debería situarse por debajo de 15 ppm⁶.

Como se observa, el reto para la industria de refinación a nivel mundial, no es menor.

Producción, consumo y precio del diesel en México

La capacidad de producción de diesel para satisfacer las necesidades del país es crecientemente insuficiente (véase Tabla 4)⁷.

Concepto	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gasolinas						
Consumo nacional aparente	158,046	148,226	157,863	182,488	197,570	206,590
Producción	133,846	139,138	158,447	169,202	164,250	163,885
Importación*	50,845	34,894	25,222	41,175	61,685	74,460
Exportación	26,645	25,806	25,805	27,889	28,365	31,755
Diesel						
Consumo nacional aparente	101,981	100,777	112,712	117,083	123,370	133,590
Producción	102,784	97,419	112,347	118,840	116,070	119,720
Importación	2,446	6,278	1,424	1,061	7,665	14,965
Exportación	3,249	2,920	1,059	2,818	365	1,095

Nota: Incluye únicamente los combustibles automotrices.

Fuente: INEGI, *La Industria Automotriz en México*, edición 2007.

Mientras que la producción de diesel de 2001 a 2006 aumentó en 16,936 miles de barriles (16.5%), la demanda (el consumo nacional aparente) lo hizo en 31,609 miles de barriles (32%). Esto evidencia la necesidad creciente de importar este energético. Mientras que en el año 2001 se importaron 2,446 miles de barriles (mdb), en 2006, 14,065 (mdb)⁸. La Gráfica 2 muestra las importaciones promedio diarias de productos petrolíferos, entre ellos el diesel.

Es pertinente señalar que en México se comercializan los siguientes productos diesel: PEMEX Diesel, es el producto destinado al uso automotriz⁹; Diesel Industrial de Bajo

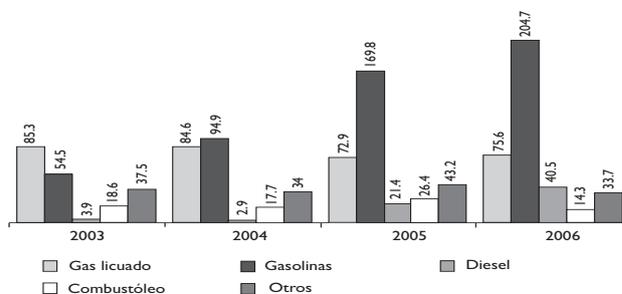
⁶ Para satisfacer esos requerimientos en las estaciones de servicio, las refinerías deben producir diesel con un contenido de la mitad de ese valor antes de empacarlo en el sistema de distribución, ya que el producto bajo en azufre recoge trazas de azufre a su paso a través del ducto y otros canales de distribución. Secretaría de Energía. *Prospectiva de Petrolíferos 2006-2015*. México. Primera edición, 2006.

⁷ La misma tendencia se presenta en las gasolinas.

⁸ Los principales proveedores de Diesel en 2004-2005 fueron: Antillas Holandesas, Canadá, Corea, Estados Unidos, Estonia, Filipinas y Japón. Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

⁹ La diferencia principal entre el combustible para uso automotriz y los destinados al servicio agrícola y marino es su contenido de azufre y su índice de cetano; con el de uso industrial la única diferencia es el

Gráfica 2
Volumen de importaciones de productos petrolíferos (Miles de barriles diarios)



Fuente: Petróleos Mexicanos. Base de Datos Institucional. México, 2008.

Azufre, para el empleo en equipos de combustión a flama abierta; Diesel Marino y Diesel Agrícola. Sin embargo, el producto destinado al servicio automotriz es el que registra la mayor tasa de crecimiento.

En el periodo 2000 y 2005, la demanda de diesel en México creció a un ritmo de 2.4 % por año y la de PEMEX Diesel a un 3.6 % anual. Se prevé que los vehículos con motor a diesel aumentarán su demanda, lo que se reflejará en el consumo nacional aparente para los próximos diez años en 4.0% en promedio anual (de 315.6 mbd que se espera consumir durante 2006, a 427.4 mbd en 2015). Lo anterior, en buena medida, será resultado del impulso que se espera dar a la tecnología de motores a diesel, por parte de empresas y autoridades.

Ante este escenario, se pronostica que el país será importador de diesel de 2006 a 2011, y se espera que con el incremento de la producción se comience a ser autosuficiente para satisfacer la demanda interna a partir de 2012¹⁰, con lo cual se tendrá un saldo superavitario de 2.4 mbd en 2015.¹¹

Por otro lado, y en lo que respecta a precios, la mayor demanda de diesel en el país no sólo responde a su mayor

contenido de azufre. Cabe mencionar que a nivel nacional se comercializa una calidad única para el uso automotriz. Entre sus características más relevantes destacan: un contenido de azufre de 300 partes por millón en peso (ppmw), un índice de cetano mínimo de 48 y un valor máximo de aromáticos de 30 por ciento. Sener/ BID/ GTZ (Edit.). *Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México*, México, D.F., 2006.

¹⁰ La oferta de diesel será suficiente para satisfacer la demanda, situación contraria a la elaboración de gasolinas, en donde se tiene una alta dependencia de las importaciones y elevado parque vehicular de este energético.

¹¹ Secretaría de Energía. *Prospectiva de Petrolíferos 2006-2015*. México. Primera edición, 2006.

eficiencia en un amplio rango de condiciones de operación respecto a las gasolinas, sino a que es más barato que éstas (véase Tabla 5).

El metro cúbico de diesel (*PEMEX Diesel*) es más barato que el de las gasolinas que se venden en México (*Magna y Premium*). Sin embargo, el diferencial de precio ha ido aumentando. Mientras que en 2001, la diferencia por metro cúbico entre el diesel y la gasolina más barata (*Magna*) era de 930.95 pesos (alrededor de 71.6 dólares o 51.7 euros), en 2006 era de 1,163.24 pesos (89.5 dólares o 64.6 euros)¹².

Tabla 5
Precios promedio de venta al público de diesel y gasolinas
De 2001 a 2006 (pesos por metro cúbico)

Periodo	Pemex Diesel	Pemex Magna	Pemex Premium
2001	4,523.10	5,454.05	6,112.49
2002	4,762.99	5,746.38	6,441.48
2003	4,938.68	5,955.37	6,675.42
2004	5,090.19	6,137.68	7,171.26
2005	5,243.62	6,332.16	7,477.26
2006	5,447.34	6,610.58	7,847.26

Nota: Precios al 31 de Diciembre de cada año. Excluye la frontera norte del país. Incluye impuestos.

Fuente: INEGI, *La Industria Automotriz en México*, México. Edición 2007.

Ventajas automotrices del diesel y condiciones medioambientales que propician su uso en México

La demanda observada de diesel seguirá reflejando la preferencia del autotransporte hacia este combustible debido a que representa ventajas respecto a: precio, eficiencia, rendimiento, disponibilidad, y menores costos de mantenimiento, entre otros.

La eficiencia de la combustión en el autotransporte es muy sensible a la calidad del carburante, y a su vez éste depende en forma estrecha de las condiciones de operación. El diesel tiene mayor eficiencia en la combustión que la

¹²Tipos de cambio: 1 dólar: 13 pesos y 1 euro: 18 pesos.

¹³ Un motor diesel es un motor térmico de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro, es decir, no necesita de una chispa de bujía para realizar dicho proceso.

¹⁴ Los motores a diesel emiten en promedio 19% menos dióxido de carbono (CO₂) que los a gasolina, reduciendo la emisión de gas invernadero a la atmósfera, contribuyendo con ello a mejorar el medioambiente. *Milenio Diario*. "Tendencia Positiva en Vehículos a Diesel". México, 5 de marzo de 2008.

gasolina, por lo que genera menor desperdicio. De allí que la expectativa de crecimiento de los vehículos a diesel se basa en su mayor eficiencia térmica¹³, que resulta en una menor demanda de combustible y, en consecuencia, en una menor emisión de CO₂¹⁴.

Lo anterior en términos simples significa que las principales ventajas de los autos con propulsión a diesel son¹⁵: su bajo consumo de combustible, tanto en la ciudad como en la carretera; su muy bajo nivel de emisiones contaminantes; su mayor fuerza de empuje al vehículo (son motores más grandes y a pesar de ello consumen menos combustible)¹⁶ y el menor precio del diesel respecto a la gasolina.

Este conjunto de ventajas da lugar a que la Secretaría de Energía estime que: "los automovilistas nacionales que se incorporarán a esta tecnología motriz a diesel, reducirán sus costos de transportación 50% como resultado del 30% en mayor rendimiento en el kilometraje recorrido y alrededor de 20% de ahorro por el precio del diesel con respecto a la gasolina"¹⁷.

No obstante lo anterior, se debe destacar que en el país se cuenta con pocos vehículos "amigables" con el medioambiente, ya que no se tiene ni la cultura ni la infraestructura para hacer un cambio masivo en este sentido¹⁸. Con relación a la infraestructura, PEMEX Diesel no cuenta con la calidad suficiente para la mayoría de los motores que se comercializan en Europa y hacen falta estaciones de abasto, no sólo en las principales carreteras del país, sino también en las ciudades del país.

Un aspecto adicional a considerar respecto a la conveniencia de utilizar el diesel en el Valle de México, es que allí la quema de combustibles en motores de combustión interna es todavía menos eficiente debido a la baja presión atmosférica y a la deficiencia en la concentración de

¹⁵ Con base en Polanco, E. "¿Diesel o no diesel? Esa es la cuestión". *Autos, Milenio Diario*. México, 2 de febrero de 2008.

¹⁶ Las palabras de Ralf Berckhan, Vicepresidente de la marca Volkswagen en México, sirven para ilustrar esta situación. "... Cabe señalar que con el adecuado cuidado y mantenimiento, los motores diesel pueden llegar a tener una vida útil de casi el doble de un motor a gasolina. Además, debido a que son motores más robustos, consumen menos combustible". *Autos y Más*, "Tendencia positiva en Vehículos Diesel", *Milenio Diario*, Sábado 22 de Marzo de 2008.

¹⁷ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007:105).

¹⁸ Como se apuntó previamente, prácticamente la totalidad de los camiones de carga y de los autobuses en México utilizan el diesel como combustible. Sin embargo, en los automóviles sólo son dos empresas las que han incursionado con esta tecnología en el país: Volkswagen (con las marcas: Jetta TDI, Bora TDI y Touareg TDI) y Audi (con A3 TDI y Q7 TDI). Con base en Polanco, E. "¿Diesel o no diesel? Esa es la cuestión". *Autos, Milenio Diario*. México, 2 de febrero de 2008.

oxígeno en el aire¹⁹. Por ello es que el Vicepresidente de Volkswagen en México, Ralf Berckhan, enfatiza su convencimiento respecto a que “los modelos con motorización a diesel son la alternativa más viable en materia ecológica para nuestro país y una opción digna de considerar en materia económica, debido al rendimiento del combustible y el desempeño del motor turbo, ideal para las condiciones geográficas de México”²⁰.

Con este marco de referencia se entiende que se tenga una estimación respecto a que los automotores a diesel tendrán una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 6.1%, al pasar de 633.7 miles de unidades en 2005, a 1,142.0 miles de unidades en 2015. Este comportamiento como respuesta, fundamentalmente, a los programas de expansión de ventas²¹, a los proyectos de renovación del parque vehicular para el transporte de carga y a la renovación de flotas vehiculares por parte de empresas productoras de bienes y servicios en los próximos diez años. Además, se espera la introducción gradual de más modelos de autos a diesel a nivel nacional, con la entrada en funcionamiento de la norma oficial mexicana NOM 086²², que permitirá que en el país se disponga de diesel UBA (Ultra Bajo en Azufre)²³.

Para el caso que aquí nos ocupa, el diesel, la NOM 086 establece un contenido de azufre de 15 partes por millón (ppm) como máximo en la zona fronteriza norte (ZF) del país, a partir de enero de 2007; en enero de 2009, en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey (ZM) y en el resto del país (RP) a partir de septiembre de 2009. (véase Gráfica 3).

¹⁹ En sitios elevados el aire contiene menos oxígeno por unidad de volumen que a nivel del mar por su menor densidad al ser más baja la presión atmosférica. Schifter, Isaac y López, Esteban. *Usos y Abusos de las Gasolinas*. México, SEP-FCE-CONACYT, 2003.

²⁰ Autos y Más, “Tendencia positiva en Vehículos Diesel”, *Milenio Diario*, 22 de Marzo de 2008.

²¹ Armadoras estadounidenses y asiáticas prevén producir vehículos a diesel para nuestro país. Estimándose un volumen anual, a partir del 2015, de 200,000 automóviles a diesel, lo cual significaría un incremento en las ventas de los mismos. Visconti, Charles, Los automóviles con motor a diesel presentan la mejor alternativa para México, *Milenio Diario*, México D.F., septiembre de 2006.

²² Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. *Diario Oficial de la Federación*. Lunes 30 de enero de 2006 y martes 3 de octubre de 2006. El objetivo de estas especificaciones es disminuir significativamente las emisiones a la atmósfera, y deben ser acordes con las características de los equipos y sistemas de combustión que los utilizan en fuentes fijas y en el transporte. Los combustibles considerados dentro de la norma son el gas natural, gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo, gasóleo y gas LP.

²³ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

Gráfica 3

Programa de reducción de contenido de azufre en Pemex refinación (fecha y partes por millón, ppm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Premium		OCT					
	250/300	◇	30 prom/80 máx				
Magna				OCT			
ZM	500 máx			◇	30 prom/80 máx		
RP					ENE		
					◇	30 prom/80 máx	
Pemex Diesel			ENE				
ZF	500 máx		◇	15 máx			
ZM					ENE		
					◇	15 máx	
RP					SEP		
					◇	15 máx	

Fuente: Secretaría de Energía, *Prospectiva de Petrolíferos 2007-2016*. México, 2007.

A continuación se aborda con más detalle lo relativo a la calidad del diesel y la normatividad, para efecto de ubicar mejor lo que sucede en México en esos aspectos.

Calidad del diesel y la normatividad ecológica automotriz. Situación de México al respecto

En los últimos años, Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, Australia y otros países industrializados, han emprendido acciones para reducir los límites máximos permisibles de emisiones de vehículos a través de la introducción de mejores tecnologías de control y de la reducción del contenido de azufre en sus combustibles²⁴.

En línea con esta tendencia, varios países en desarrollo, entre ellos México, realizan acciones similares para mejorar las condiciones ambientales. Los esfuerzos y resultados no son homogéneos, el comparativo de la calidad del diesel con relación su contenido de azufre²⁵ (véase Tabla 6) y la calendarización de los objetivos a alcanzar en la mejora de la misma (véase Tabla 7), dan cuenta de ello.

²⁴ A nivel mundial se enfatiza en el contenido de azufre porque se le considera el parámetro más importante a ser reducido, y eventualmente eliminado, en las nuevas gasolinas y diesel. Secretaría de Energía. *Reducción de azufre en combustibles, el caso de México*. México, 2004.

²⁵ Desde el punto de vista automotriz, la presencia de azufre en los combustibles causa deterioro del motor debido a la acumulación de depósitos de dióxido de azufre, sustancia altamente corrosiva que desgasta las piezas y reduce la vida útil del vehículo.

Tabla 6
Comparación de la calidad observada
de Pemex diesel, 2004
(Azufre, partes por millón en peso)

País	Azufre(ppm)
Alemania	8
Reino Unido	40
Italia	229
Canadá	290
España	290
Francia	304
Japón	330
México	414
USA, Costa Este	370
USA, Medio Oeste	390
USA, Costa Oeste	200

Fuente: Secretaría de Energía. *Reducción de azufre en combustibles, el caso de México*. México, 2004.

Destaca que el diesel mexicano es el que contiene más azufre y que en nuestro país hay mayor rezago que en el promedio de los países referidos en la tabla respecto a la introducción de diesel de bajo azufre.

La información calendarizada, da cuenta de la tendencia general de los estándares a alcanzar en la calidad del diesel respecto al límite en el contenido de azufre, además de que, implícitamente, refleja el diferencial en las disposiciones normativas de los combustibles entre países.

Respecto a este último punto, de manera general se señala que en la normatividad ecológica automotriz, hay dos referencias a considerar: las normas europeas (“Euro”) y las norteamericanas (“Tier”), estas últimas establecidas por Estados Unidos y acogidas y adaptadas en Canadá y México, a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC)²⁶. A continuación se les describe brevemente.

Las “Normas Tier” forman parte de la normatividad de control de emisiones de la industria automotriz esta-

²⁶ Las normas ambientales Euro y Tier, difieren y no son fáciles de comparar debido principalmente al diferencial en la calidad del diesel europeo, que es relativamente más bajo en sulfuro. Esto da lugar a que las normas norteamericanas sean “más exigentes” que las de Europa; que los automóviles europeos a diesel deban adecuarse para circular fuera de ese continente, y que algunos dispositivos tecnológicos de control de emisión de contaminantes europeos no funcionen en otras partes del mundo. Sin embargo, la brecha de normatividad entre Europa y U.S.A. ha ido disminuyendo en los últimos años. Europa está avanzando en la construcción de normas de emisión cada vez más exigentes.

Tabla 7
Calendario de entrada para diesel de bajo
azufre en el mundo

País o Región	2006	2007	2008	2009	2010
Beijing, China	500	500	50	50	50
Chile	350	350	350	350	50
EU.	500	15	15	15	15
Japón	50	10	10	10	10
Malasia	500	500	500	500	50
México	500	500	500	nd [†]	nd [†]
Santiago, Chile	50	50	50	50	10
Sudáfrica ^{***}	500(50)	500(50)	500(50)	500(50)	50
Sudeste Africano ^{***}	5000	500	500	500	50
Tailandia	150	150	150	150	50
Unión Europea ^{**}	50(10)	50(10)	50(10)	10	10

Notas:

* No disponible

** Diesel de bajo azufre (10 con límite de 50 ppm) disponible en toda la Unión Europea.

*** Incluye Malawi, Tanzania, Zimbabwe y Mozambique.

Perú, Brasil y Argentina se encuentran en proceso de decisión para reducir el contenido de azufre a 50 ppm para el año 2010.

Países de Europa central y del este que tienen diesel 10 ppm: Bulgaria, Croacia con azufre de 10-50, Bulgaria, Croacia, Chipre, República Checa, Estonia, Hungría, Latvia, Lituania, Montenegro, Malta, Polonia, Rumania, Eslovaquia y Eslovenia.

Fuente: INE. “Estudio de evaluación socioeconómica del proyecto integral de calidad de combustibles”. México, 2006.

dounidense y establecen los límites máximos permisibles, en gramos de polución/kilómetro (g/k), de emisiones contaminantes como el monóxido de carbono (CO), material particulado (PM) y, principalmente, óxido de nitrógeno (NOx).

En Estados Unidos ese control inició con la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*) en 1970. Esta ley, aplicada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), estableció la imposición de normas para cuatro contaminantes primarios: material particulado (PM), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NOx) y para el contaminante secundario ozono (O₃). Su objetivo era regular la contaminación atmosférica de manera que esos contaminantes se mantuvieran por debajo de ciertos niveles.

Los estándares Tier I regulan las emisiones para vehículos ligeros. Su objetivo principal consistió en fijar límites para el NOx, y estuvieron vigentes de 1997 al 2004. Por su parte, el objetivo de los Tier 2 era reducir el NOx y el PM en los vehículos a diesel. Estos estándares fueron establecidos en 1998 y están vigentes a partir del 2004. Las normas Tier 2 son más estrictas que las Tier I en términos de emisiones contaminantes, esto con el fin de mejorar la calidad de los combustibles, fomentar la innovación tecnológica y el

desarrollo de motores que cumplan con los estándares aún más elevados que los niveles medios exigidos²⁷.

En lo que respecta a Europa, la preocupación respecto a los componentes nocivos existentes en los gases de escape de los motores diesel inició a mediados de la década de los ochenta, siguiendo las pautas de las autoridades federales norteamericanas a través de la EPA.

En ese continente la normativa de protección medioambiental se concentró en un bloque legislativo denominado “normas Euro”. En general estas normas fijan los límites máximos permisibles de emisiones para cada contaminante, en este caso: NOx, PM, hidrocarburos (HC) y CO.

Desde 1993, año en que entró en vigor la normativa Euro I, los valores de emisiones contaminantes de los vehículos industriales se han ido reduciendo paulatinamente. En 2006 entró en vigor la norma Euro 4 para vehículos de nueva matriculación y 2009 será complementada con la Euro 5²⁸.

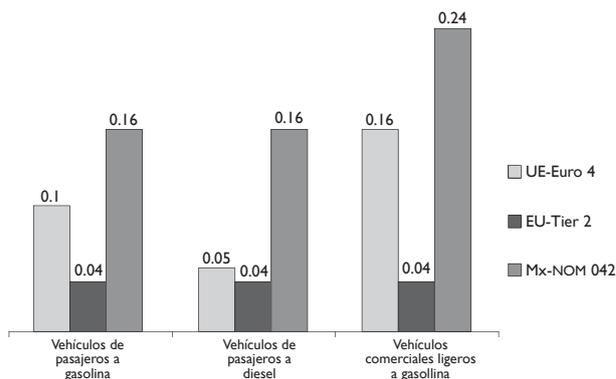
Por su parte, y como ya se señaló, en México existen normas oficiales que regulan la emisión de contaminantes a la atmósfera por diversas fuentes y, otras, que regulan la calidad de los combustibles. Por ejemplo, las normas NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-044-ECOL-1993 establecen, respectivamente, los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos nuevos en planta accionados con gasolina y diesel.

La NOM-042-SEMARNAT-2003 incorpora requerimientos equivalentes a la norma TIER 1 y fija una durabilidad a 80 mil kilómetros para los vehículos que se comercializan en la actualidad. También incluye límites equivalentes a TIER 2, una durabilidad de 194 mil kilómetros y un calendario de introducción para vehículos nuevos a partir del año 2006. En el caso de los límites TIER 2, la disposición está sujeta a la disponibilidad de gasolina con un contenido de azufre de 30 partes por millón (ppm) promedio y 80 ppm máximo (30/80 ppm). Una diferencia importante entre la norma mexicana y la Tier 1, que aplicó en Estados Unidos hasta 2003, es que

la primera permitía niveles más elevados en las emisiones de NOx (0.62 g/km) que la última (0.25 g/km)²⁹.

En los cuatro gráficos siguientes (4, 5, 6 y 7) se muestran los límites máximos permisibles de emisiones para cada contaminante, establecidos en las normas Tier 2, Euro 4 y 042 (mexicana). Esta información da cuenta de las diferencias en los estándares de emisión para vehículos de pasajeros y para vehículos comerciales ligeros, a diesel y a gasolina. También, muestra que México es el país que tolera las mayores emisiones contaminantes. Esto debido a la calidad de los combustibles con los que cuenta (con alto contenido en benceno, olefinas, aromáticos y azufre).

Gráfica 4
Límite máximo permisible de emisión de hidrocarburos (HC), 2007 (gramos de polución/kilómetro)



Fuente: CEC. *El TLCAN y la industria automotriz en México: hacia la armonización de los estándares ambientales en América del Norte*, 2005.

En general, la tendencia mundial para disminuir el impacto de deterioro ambiental del autotransporte es combinar nuevas tecnologías automotrices con combustibles más limpios, sean estos tradicionales o alternativos. Garantizar su suministro en calidad y cantidad, es fundamental.

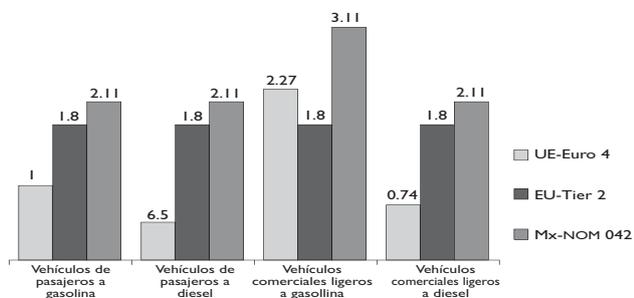
No obstante, las condiciones de México al respecto no son muy buenas. Para disminuir el contenido de azufre se requiere de inversiones en plantas de hidrodesulfuración, ya que las refinerías del país no están preparadas para producir la gasolina y el diesel de ultra bajo contenido de azufre que exige la normatividad ambiental y que es requisito indispensable para introducir nuevos motores de tecnología avanzada para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.

²⁷ La experiencia canadiense respecto de los instrumentos regulatorios para la industria automotriz ha sido similar a la de los Estados Unidos, esto se debe en gran parte, a la fuerte integración que existe de la industria automotriz canadiense al sistema de producción automotriz estadounidense. En 1997, el gobierno federal de Canadá anunció que ajustaría sus regulaciones en 1998 con los estándares estadounidenses, además adoptó regulaciones que establecían que los vehículos usaran combustible diesel con un contenido de azufre tan bajo como el estipulado en México y en 1999, adoptó los mismos niveles de contenido de azufre en la gasolina que se habían establecido en los Estados Unidos.

²⁸ Transporte Mundial. “Euro 4 y Euro 5”. 2006.

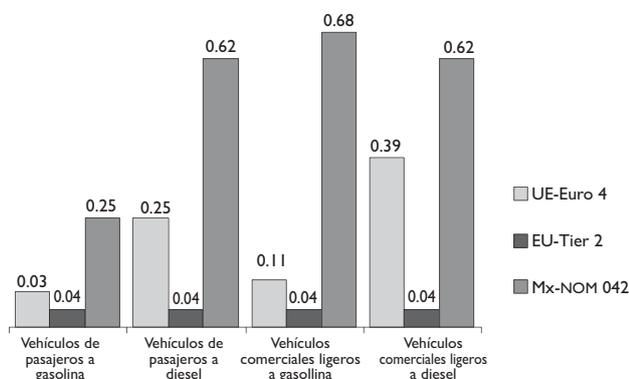
²⁹ Transporte Mundial. “Euro 4 y Euro 5”. 2006.

Gráfica 5
Límite máximo permisible de emisión de óxido de nitrógeno (Nox), 2007 (gramos de polución/kilómetro)



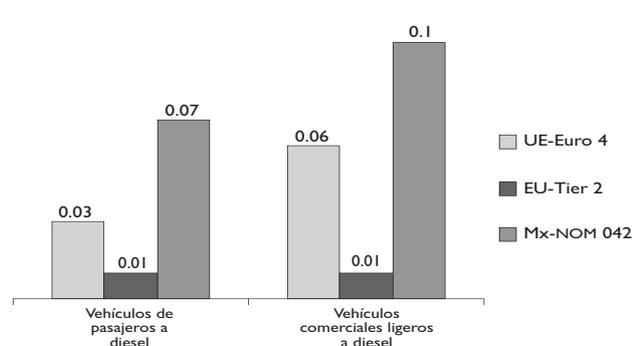
Fuente: CEC. *El TLCAN y la industria automotriz en México: hacia la armonización de los estándares ambientales en América del Norte, 2005.* CEC, 2005.

Gráfica 6
Límite máximo permisible de emisión de monóxido de carbono (CO), 2007 (gramos de polución/kilómetro)



Fuente: CEC. *El TLCAN y la industria automotriz en México: hacia la armonización de los estándares ambientales en América del Norte, 2005.*

Gráfica 7
Límite máximo permisible de emisión de material particulado (PM), 2007 (gramos de polución/kilómetro)



Fuente: CEC. *El TLCAN y la industria automotriz en México: hacia la armonización de los estándares ambientales en América del Norte, 2005.*

Desarrollo y uso de combustibles automotrices alternativos. Condición de México al respecto

A nivel internacional, y ante la necesidad de producir y usar combustibles más amigables con el medio ambiente, se está evaluando utilizar combustibles alternativos de origen en fuentes renovables (principalmente) para sustituir a la gasolina y al diesel³⁰. Entre los que tienen su origen en fuentes renovables, se encuentran: biodiesel, bioetanol, electricidad e hidrógeno; entre los de origen en fuentes no renovables: gas natural, gas lp y metanol³¹.

En general, los combustibles y las tecnologías alternativas ofrecen oportunidades para la reducción significativa de las emisiones e incrementos en la eficiencia de algunas categorías especiales de vehículos. Hasta el momento se encuentran en diferentes etapas de desarrollo y cada opción tiene un rendimiento y características de emisión únicas. Requieren que se invierta en infraestructura para su producción, almacenamiento y distribución, además de que se domine una variedad de tecnologías. Aunque no se espera que desplacen completamente a los combustibles fósiles, se busca que ayuden a alargar los recursos petrolíferos y colaboren en la reducción de las emisiones contaminantes.

Algunos países ya emplean en su autotransporte combustibles alternativos (en Estados Unidos, Francia, Alemania, Brasil y Argentina, el biodiesel; en Brasil, EU, Nicaragua y Argentina, el etanol; en Argentina, Pakistán y Brasil, el gas natural y en Australia, Bélgica, Francia, Japón, Holanda, Estados Unidos e Inglaterra, el gas lp). Entre los mismos hay los que han conseguido la reducción de emisiones hasta en un 50%. Otros países hasta ahora sólo cuentan con programas específicos para su desarrollo.

México inicia su incursión en la temática de los bio-combustibles presionado por la reducción de sus reservas probadas de petróleo, la creciente importación de gasolina para asegurar el abasto nacional y las exigencias ambientales y tecnológicas de la industria automotriz.

Es así que el 26 de abril de 2007, se aprobó en el país la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

³⁰ Algunos combustibles alternativos se obtienen como un producto secundario o subproducto de la refinación del petróleo y constituyen una fuente que aporta grandes beneficios desde el punto de vista de la reducción de emisiones contaminantes.

³¹ Para conocer las características de estos combustibles alternativos consúltense: Osnaya, Silvia. *Combustibles Fósiles y Alternativos Para La Industria Automotriz: Una Prospectiva*. Trabajo terminal para obtener el título de Licenciada en Economía, UAM-A, 2008.

en México. La misma entró en vigor el 2 de febrero de 2008 y destaca la necesidad de contar con programas que definan instrumentos, acciones, procedimientos y reglas para impulsar el desarrollo sustentable de la producción y comercialización de bioenergéticos³².

Sin embargo, sólo se trabaja en el análisis de este tipo de energías renovables a través de estudios, investigaciones y proyectos piloto que buscan identificar las áreas adecuadas para su producción a fin de maximizar su eficiencia, manteniendo criterios ambientales y de rentabilidad. En el corto plazo el país no introducirá biocombustibles a pesar del fuerte impulso de otros países para hacerlo.

La labor central del país respecto al combustible en el autotransporte, basada en los recursos económicos y tecnológicos con que se cuenta, es cumplir con el programa de combustible limpio con el objetivo de satisfacer las exigencias ambientales nacionales e internacionales, así como para estimular la entrada de tecnologías automotrices en el control de emisiones contaminantes. Este programa incluye una disminución del contenido de azufre en la gasolina y diesel, en etapas, en todo el país. No es probable que México utilice sus fondos existentes asignados a inversiones en refinación para desarrollar combustibles alternativos. Sobre todo porque “las nuevas especificaciones de azufre en combustibles, requieren de inversiones sustanciales en la industria nacional de refinación, incluyendo la modernización de 18 plantas de gasolina, cuatro hidrosulfuradoras de diesel y siete plantas secundarias asociadas al proyecto (cuatro de hidrógeno, tres de azufre y una de generación de energía eléctrica). El valor presente de los costos asociados con este proyecto, es de \$ 4,685 millones de dólares”³³.

Reflexiones

La industria de refinación internacional enfrenta distintos retos asociados a la creciente demanda de combustibles automotrices y al compromiso medioambiental, a través de la elaboración de combustibles cada vez más limpios.

Los desafíos para las refinerías actuales son de importancia ya que implican modificaciones en su configuración y complejidad, porque fueron diseñadas para procesar crudos distintos a los actuales y porque requieren mayor capacidad de flexibilidad de producción y de distribución

³² Fundamentalmente busca impulsar la agroindustria de la caña de azúcar y del maíz para la producción de etanol y, de plantas oleaginosas, para la producción de biodiesel.

³³ SEMARNAT, INE, PEMEX Refinación, “Calidad de los Combustibles”. Resumen Ejecutivo. México, 2006.

ante el cambio en la tendencia del consumo, principalmente por combustibles ligeros (gasolinas) e intermedios (diesel). Situación que reclama mejoras y la expansión de la infraestructura existente.

En México, la dinámica mostrada por la demanda de combustibles petrolíferos ha provocado que el abasto del mercado nacional se complemente con importaciones de manera creciente. PEMEX ha sido incapaz de ampliar su oferta: tiene insuficiencia de recursos, limitaciones en la infraestructura actual y deficiente capacidad de ejecución de proyectos de reconfiguración y modernización del área de refinación; lo que dificulta su capacidad de cumplir con objetivos de eficiencia y rentabilidad en el abastecimiento de la demanda interna de derivados del petróleo; principalmente de combustibles automotrices. Sin embargo, debido a que el país atraviesa por la transición a normas ecológicas más exigentes y que los fabricantes de automóviles están obligados a ofrecer productos menos contaminantes, requiere garantizar el suministro apropiado para esos vehículos.

Aunque nuestras refinerías todavía no están preparadas para producir la gasolina y el diesel de ultra bajo contenido de azufre que exige la normatividad ambiental, y que es requisito indispensable para introducir nuevos motores de tecnología avanzada para reducir las emisiones a la atmósfera, la tendencia en el uso creciente de diesel como combustible en el autotransporte seguirá en aumento. Las marcas que ya han introducido vehículos a diesel en el país, buscarán fortalecer su presencia en el mercado, sobre todo al promover que este tipo de combustible, además de garantizar mayor durabilidad a los sistemas avanzados de control de emisiones, contribuye a reducir las emisiones vehiculares y la concentración de contaminantes en la atmósfera.

El hecho de que la normatividad ecológica en el país siga la tendencia internacional y busque reducir el contenido de contaminantes como el azufre, benceno, olefinas y aromáticos, no implica que se tengan los mismos resultados. Los avances alcanzados no son suficientes ya que los combustibles mexicanos están entre los que contienen más azufre.

Como se hizo evidente a lo largo del documento, la capacidad de PEMEX para proveer de diesel más limpio es limitada. Como también lo sería, responder en el corto plazo a una mayor demanda de este combustible, tal como lo querían los proveedores de autotransporte y como se presenta en las tendencias de consumo en los países más desarrollados. En cuanto al desarrollo de algún biocombustible en el país, la disponibilidad de recursos económicos y de tecnología, es muy restringida.