

ACUMULACIÓN DE PRODUCTOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL EN MÉXICO, EL CASO DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES

Reynaldo CRUZ-RIVERA¹ y Jürgen ERTEL²

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica de Brandenburgo en Cottbus, Postfach 101344, 03013 Cottbus, Alemania. Correo electrónico: cruzrrey@tu-cottbus.de

² Coordinador de la Cátedra de Sustentabilidad Industrial de la Universidad Técnica de Brandenburgo en Cottbus, Correo electrónico: ertel@tu-cottbus.de

(Recibido septiembre 2007, aceptado abril 2008)

Palabras clave: ELV, retiro vehicular, distribución Weibull, flota vehicular, residuos especiales

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla una aproximación al cálculo del número actual y futuro de vehículos al final de su vida útil (ELV, por sus siglas en inglés) en México. Los vehículos que se toman en cuenta para este trabajo son los automóviles y los camiones ligeros, vehículos que por su gran número representan cerca del 70% del total de la flota mexicana. El trabajo describe en primer lugar los diferentes factores que afectan el número de ELV, después presenta la información disponible acerca de las características más importantes de la flota vehicular mexicana y que son relevantes a este trabajo. Con base en datos históricos se estima que el número actual de dichos vehículos en México se encuentra alrededor de 690,000 unidades. En segundo lugar, se establecen dos escenarios probables para el crecimiento futuro de la flota vehicular de interés en México. Con estos datos de entrada se implementa la distribución Weibull. La implementación iterativa de esta herramienta permite obtener las curvas que describen el retiro de los vehículos en el mediano plazo. El resultado de esta implementación estima que para el año 2020 el número de ELV generados en México será de alrededor de un millón de unidades.

Keywords: ELV, vehicular retirement, Weibull distribution, vehicular fleet, special waste

ABSTRACT

The present work carries out an approximation in the calculation of the current number of End-of-Life Vehicles (ELV) in México. The vehicles taken into account are passenger cars and light trucks, which due to their large number represent almost 70% of the total vehicular fleet in México. This work describes, in a first instance, the diverse factors affecting the number of ELV; after this, the available information about the most relevant features of the Mexican fleet is presented. Based on historical data, it is estimated that current number of ELV in México is around 690,000 units. In the second part, two probable scenarios are established for the future growth of the Mexican vehicular fleet. Using these data as inputs, it is implemented the Weibull distribution. The iterative implementation of this tool generates the curves that describe the retirement of vehicles in the midterm. The result of this implementation estimates that the number of ELV for 2020 is around one million units.

INTRODUCCIÓN

El movimiento de personas, bienes y servicios es una necesidad inevitable de la sociedad moderna. Por ello, la demanda de transporte ha crecido enormemente en los últimos años; debido a esto, la flota de vehículos automotores a nivel mundial se ha disparado en las últimas décadas. Tan sólo en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la flota vehicular se ha duplicado en los últimos 25 años. Asimismo, para 2020 se prevé un crecimiento de la flota vehicular del 32 % en estos países, y uno del 74 % a nivel mundial (OCDE 2002).

Haciendo referencia a otros estudios, se estima que la flota vehicular en el mundo será 2.5 veces más grande en 2030 que la flota vehicular existente en 2002. Este crecimiento significa una flota de más de dos billones de vehículos. Los países no miembros de la OCDE participarán con el 56 % de esta flota para 2030, y se estima que para ese mismo año los países miembros alcancen su saturación (Dargay 2006, IEA 2006).

Los vehículos automotores, como cualquier otro producto, tienen una vida útil y cuando ésta se agota, el vehículo tiende a ser retirado de circulación. Por ello, el crecimiento en la flota vehicular representa también un crecimiento en la acumulación de Vehículos al Final de su Vida Útil (ELV) (en el contexto de este trabajo, la palabra vehículo es utilizada para referirse a automóviles y camiones ligeros con un peso menor a 3.5 toneladas).

Los ELV se clasifican como residuos especiales o complejos. Esta clasificación se debe a la enorme cantidad de materiales y partes que componen dichos residuos. Debido a esto, los ELV requieren de un manejo específico que evite impactos negativos al ambiente y que aproveche los materiales y las partes que son susceptibles de ser reutilizados y reciclados.

El manejo de ELV ha cobrado prioridad en los últimos años, principalmente en países industrializados. Esto se debe principalmente a la implementación de la Directiva 2000/53/CE en la Unión Europea (UE), que ha repercutido enormemente en la industria automotriz y en la industria del reciclaje de todo el mundo. Esta repercusión no se ha hecho esperar en los países en desarrollo, pues la problemática causada por ELV no es exclusiva de países industrializados, por lo que se prevé que en los próximos años la regulación del manejo de ELV surja como una prioridad en países en desarrollo (Togawa 2006).

En países en vías de desarrollo y con una creciente flota vehicular, como es el caso de México, el manejo

de ELV no ha cobrado la prioridad que se requiere. La ausencia de información prevalece en todos los sectores que están relacionados con el manejo de ELV y la cadena de reciclaje automotriz se encuentra disgregada (Cruz-Rivera 2007).

Una de las necesidades de información más urgentes se relaciona con el cálculo del número de vehículos que son retirados anualmente. Sin embargo, la insuficiencia de información acerca de la actual flota vehicular, entre otros motivos, dificulta dicha tarea. Por tal razón, el presente trabajo realiza una primera aproximación en el cálculo del número actual de ELV generados en México que se basa en la información existente acerca de datos históricos de la flota vehicular. Asimismo, se establecen tendencias en el crecimiento de la flota vehicular mexicana y con ello las tendencias en el número de ELV. La metodología empleada se basa en la colección de información relevante de la flota vehicular mexicana y en la construcción de distintos escenarios y la aplicación de la distribución de probabilidad ReliaSoft (2005) a dichos escenarios.

LA DISTRIBUCIÓN WEIBULL Y EL NÚMERO DE ELV

La estimación del tiempo que un vehículo permanece en circulación ha sido motivo de diferentes estudios. Algunos de ellos fueron los desarrollados por Sliker (2003) y Van Schaik (2001).

En este contexto, la distribución Weibull es la herramienta clásica para la estimación de confiabilidad y tiempo de vida útil de diferentes tipos de productos, entre los que se encuentran los vehículos automotores. Uno de los principales beneficios de dicha distribución es la versatilidad con la que modela diferentes comportamientos de vida útil. Esta versatilidad en gran medida se debe a los diferentes valores que pueden tomar sus parámetros de posición, forma y escala. La forma más general de la función de densidad probabilística de Weibull está dada por (1).

$$f(t) = \alpha\beta (t - \gamma)^{\beta-1} e^{-\alpha(t-\gamma)^\beta} \quad (1)$$

Donde: $f(t) \geq 0$, $t > \gamma$, $\alpha > 0$ y $\beta > 0$

Con la definición en (1), la función tiene un valor mínimo y respecto del cual no puede ser inferior la variable t . Para muchas aplicaciones, el valor de t es de cero; sin embargo, en la aplicación presentada en este trabajo se considera $t > 0$.

La función de distribución acumulada es como se indica en (2),

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \quad (2)$$

Donde $F(t)$ es la probabilidad de que el retiro vehicular ocurra en t años; β es el parámetro de forma y θ es el parámetro de amplitud de la distribución Weibull. En general:

$$F(t) = e^{-\alpha(-\gamma)^\beta} - e^{-\alpha(t-\gamma)^\beta} \quad (3)$$

Donde: $t > \gamma > 0, \alpha > 0$ y $\beta > 0$

Media de la distribución Weibull

$$\bar{T} = \gamma + \theta \cdot \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \quad ; \quad \gamma = 0 \quad (4)$$

Donde \bar{T} es el tiempo de vida total promedio del vehículo en años; es decir, hasta que el vehículo es retirado de circulación y se convierte en ELV. Γ es la función de probabilidad gamma. Con la finalidad de simplificar el problema, se toma el parámetro de posición $\gamma = 0$.

En los trabajos realizados por Sliker (2003) y Van Schaik (2001), los registros históricos del retiro vehicular fueron clasificados por modelo y año de retiro, de tal suerte que fue posible hacer satisfactoriamente los modelos con la distribución de Weibull. El ajuste de la distribución se realizó para diferentes modelos de vehículos retirados en los Estados Unidos de América y Holanda, respectivamente.

En el caso de México, no existe un registro del número de vehículos que se retiran anualmente, ni del modelo al que éstos pertenecen. Sin embargo, el retiro vehicular existe, ya que los vehículos que circulan en México tienen una vida útil finita y año con año un número indeterminado de vehículos se retira de la circulación.

La falta de registro de este tipo de vehículos (ELV) obstaculiza la obtención de los parámetros de la distribución Weibull para el caso nacional. Sin embargo, es posible observar que la edad en la que un vehículo se retira de circulación, en diferentes países de Europa y los EUA, se encuentra entre 12 y 15 años, a partir de su entrada en circulación (Van Schaik 2001, Sander 2002, Sliker 2003, DOE 2006).

EL FENÓMENO DEL RETIRO VEHICULAR

El estudio de las causas por las que un vehículo es retirado de circulación cobra vital importancia

para el estudio de la acumulación de ELV. De esta forma es posible comprender el proceso que sigue un vehículo desde nuevo hasta ser desechado, con lo que se convierte en ELV.

La decisión de retirar un vehículo de circulación es tomada principalmente por los dueños de dichos vehículos. Esta decisión puede estar influenciada por diferentes factores, como la ocurrencia de un accidente vial, el deterioro del vehículo por el uso, costos de reparación y de operación, etc.

La revisión bibliográfica que realizaron De Jong *et al.* (2001) cubrió los últimos 25 años de estudios publicados acerca de los aspectos teóricos y empíricos del retiro vehicular. En ese trabajo se establece que la principal causa por la que se retira un vehículo de circulación no es el deterioro técnico o los accidentes, sino debido a la disminución del valor del vehículo por su edad (De Jong *et al.* 2001). Algunas de las conclusiones de dicha revisión bibliográfica pueden listarse a continuación:

- a) Entre más viejo el vehículo actual, mayor es la probabilidad de retirarlo de la circulación.
- b) Entre más viejo el vehículo de reemplazo, mayor es la probabilidad de mantener el vehículo actual.
- c) Entre más costoso el vehículo nuevo, mayor la probabilidad de mantener el vehículo actual.
- d) Entre mayor sea el costo de operación del vehículo actual, mayor es la probabilidad de retirarlo de la circulación.
- e) Entre mayor sea el costo de operación del auto de reemplazo, mayor es la probabilidad de mantener el vehículo actual.
- f) Entre menor sea el impuesto del vehículo actual y mayor sea el impuesto por el vehículo de reemplazo, mayor es la probabilidad de mantener el vehículo actual.
- g) Entre mayor sea el precio del vehículo actual como chatarra, mayor es la probabilidad de retirarlo de circulación.
- h) Dueños de la tercera edad tienden a mantener el vehículo en circulación.
- i) Dueños que perciben bajos ingresos y cuyo vehículo presenta gran kilometraje tienden a retirar el vehículo de circulación.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se deduce que el retiro de vehículos de la circulación está regido por factores económicos. Por tal razón, el retiro vehicular es un fenómeno que se comporta de diferente forma de una región económica a otra. A consecuencia de esta diferencia se derivan otros fenómenos, como la exportación de autos usados.

Sander *et al.* (2002) reportaron en su estudio un importante número de autos usados que habían sido exportados de distintos países de la UE a países de Europa del este y África. La mayoría de estos vehículos tenían una edad de más de 10 años en circulación. Este fenómeno de exportación se debe a la diferencia de valor que los vehículos tienen en los países importadores respecto a los países exportadores. En la UE, dichos vehículos tienen un valor económico bajo, pues son considerados ELV; sin embargo, en países de Europa del este y África los mismos vehículos tienen un valor más alto, pues se consideran autos usados que pueden seguir circulando. Por lo tanto, es evidente que el tiempo total que esos vehículos están circulando es mayor en los países importadores que en los exportadores.

FACTORES QUE AFECTAN EL NÚMERO DE ELV EN MÉXICO

El tiempo total de vida útil que un vehículo circula en México no puede ser el mismo que el tiempo total de vida útil del mismo vehículo circulando en países industrializados. La evidencia bibliográfica que describe las características de la flota vehicular en países industrializados y México, demuestra que el tiempo total de vida útil de un vehículo en México es más largo. Este aspecto se puede apreciar en la edad promedio de la flota vehicular en México, que se encuentra alrededor de 14 años (AMDA 2005), mientras que en Holanda y Alemania la edad promedio es de siete años (Sander *et al.* 2002) y en EUA la edad promedio de la flota vehicular es de 8.9 años (DOE 2006).

El retiro de circulación de los vehículos –y por tanto la acumulación de ELV en México– está influenciado por los mismos factores que en otros países. Sin embargo, existen algunos factores que distinguen dicho fenómeno en los países en desarrollo. Los principales se describen a continuación.

Evolución demográfica en México

Los vehículos, en tanto productos, requieren de consumidores para formar parte de la flota vehicular. Por esta razón, el factor demográfico es crucial en la estimación de la futura flota vehicular mexicana, y por lo tanto, del futuro número de ELV. En este contexto, el presente trabajo se enfoca al sector de la población mexicana que se encuentra entre 18 y 64 años de edad. Este sector se considera como económicamente activo y potencialmente consumidor de vehículos (Shell 2004).

Las estimaciones publicadas en 2002 por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) muestran las tendencias del crecimiento demográfico mexicano en el periodo de 2000 a 2050. En la **figura 1** se muestran las tendencias de crecimiento en el futuro.

Como se observa, el sector productivo (18-64 años) tiende a crecer en las próximas décadas.

Desarrollo de la economía en México

Los vehículos, como cualquier otro producto, están sujetos a las leyes del mercado. De aquí que la situación económica en México tenga una influencia relevante en la venta de vehículos nuevos y usados en la estimación de la flota vehicular mexicana y en la acumulación futura de ELV. El indicador económico por excelencia es el Producto Interno Bruto per cápita (PIB per cápita), que permite una fácil comparación

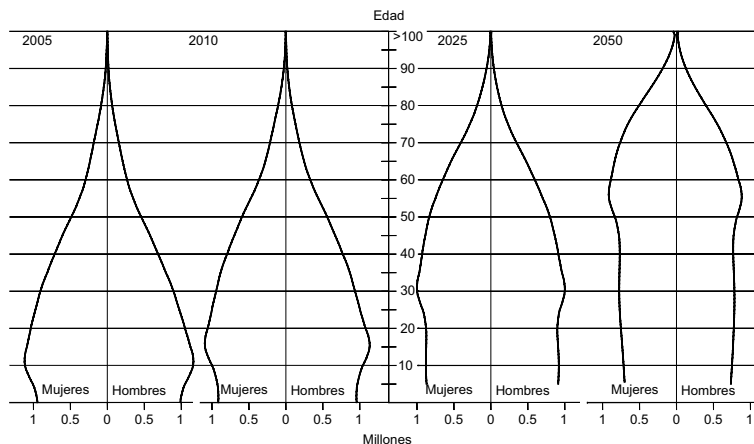


Fig. 1. Evolución demográfica en México, 2005 a 2050
Fuente: CONAPO, 2002

de la riqueza promedio con otros países (Werner y Ursúa 2004).

El estudio realizado por Werner y Ursúa (2004) muestra con detalle la evolución del PIB per cápita en México a lo largo del siglo pasado y principios del presente. De acuerdo con este trabajo, la evolución del PIB per cápita ha sido heterogénea y no ha sido suficiente para elevar los niveles de bienestar a niveles satisfactorios. Entre otras causas, México no ha podido seguir el ritmo de otros países cuyas condiciones iniciales eran similares, ya que ha estado frecuentemente inmerso en crisis económicas provocadas por graves desequilibrios.

Para el mediano plazo, México tiene que aprovechar las diferentes oportunidades que se presentarán. Una de las principales ventajas que tendrá en las próximas décadas es el llamado “bono poblacional”, que es representado por el crecimiento del sector productivo y la reducción de la tasa de natalidad. En principio, este factor elevará el PIB per cápita en México.

Werner y Ursúa (2004) establecen que, bajo ciertas circunstancias, la economía mexicana podría alcanzar un crecimiento del 5 % del PIB per cápita, permitiendo que México alcance el ritmo de crecimiento económico de otros países, por ej. de OCDE y Asia emergente.

Industria automotriz en México

La industria automotriz en México juega un papel importante en lo referente a la venta de vehículos a nivel nacional. Esta industria ha tenido un buen desarrollo en las últimas décadas y ha pasado de ser una industria orientada al mercado nacional a ser una plataforma de exportación de alta competitividad que se orienta al mercado de EUA (Mortimore 2005).

La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), junto con la Secretaría de Economía, ha propuesto duplicar la capacidad productiva automotriz de México, de un poco más de 2 millones de unidades, a más de 4 millones para el año 2010. Referente a esta meta, diferentes expertos opinan que dicho objetivo es alcanzable si tres condiciones se presentan en los próximos años. Primero, si México maximiza su acceso a nuevos mercados a través de

tratados comerciales con diferentes países, por ej. EUA, Japón y la Unión Europea. Segundo, si se integra la base de proveedores mexicanos. Tercero, si se profundiza la cadena productiva automotriz en México (Expansión 2004, Mortimore 2005).

Las diferentes ventajas con que cuenta México en conjunto, debido a los diferentes tratados comerciales de que forma parte, ya han provocado importantes inversiones en la industria automotriz nacional. Ejemplo de ello son las fuertes inversiones realizadas por Nissan, Ford y Volkswagen en los últimos años. Por lo tanto, existen posibilidades de que México alcance la meta establecida para 2010 (Expansión 2004).

Venta de vehículos

La venta de vehículos en México es un factor de gran importancia en el número futuro de ELV, ya que los productos nuevos de hoy serán los residuos del mañana.

El **cuadro I** muestra los datos históricos de la venta de vehículos automotores en México, incluyendo los vehículos pesados.

En este cuadro es posible apreciar la proporción que representan los automóviles y camiones ligeros. Asimismo, es de apreciarse la importancia que tiene la exportación de automotores, y de ahí la importancia de la industria automotriz en la economía mexicana. Otro aspecto de tomar en cuenta es la baja tasa de reposición que se tiene de autos y camiones ligeros respecto a la flota vehicular total: para 2005, dicha tasa fue del 5.5 %.

Flota vehicular mexicana

La caracterización de la flota vehicular mexicana es un factor crítico para la estimación del número de ELV que se genera anualmente. Sin embargo, no existe todavía información oficial acerca de las principales características de la flota vehicular en México¹. Entre otras causas, se destaca el reciente decreto sobre el Registro Público Vehicular (REPUVE)².

La información utilizada para la realización del presente trabajo se basa en publicaciones hechas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), que a su vez proviene de la

¹La información presentada en este trabajo es una recopilación hecha de diferentes fuentes públicas y privadas, por lo que debe ser tomada con cautela.

²En Septiembre de 2004, el Senado de la República aprobó la Ley del Registro Público Vehicular. Esta ley tiene por objeto: “la identificación y control vehicular; en la que consten las inscripciones o altas, bajas, emplacamientos, infracciones, pérdidas, robos, recuperaciones y destrucción de los vehículos que se fabrican, ensamblan, importan o circulan en el territorio nacional, así como brindar servicios de información al público” (DOF 2004). Los esfuerzos hechos por el autor para obtener datos recientes del REPUVE a Agosto de 2007 fueron insatisfactorios.

CUADRO I. VENTAS DE VEHÍCULOS EN MÉXICO

Año	Mercado nacional (Unidades)				Total	Exportación (Unidades)			Total
	Autos y camiones ligeros		Vehículos pesados			Autos y camiones ligeros	Vehículos pesados	Total	
	Nal.	Import.	Nal.	Import.					
1998	446,981	196,379	21,961	1,566	666,887	971,979	14,458	986,437	1,653,324
1999	417,190	250,098	24,103	2,389	693,780	1,073,529	33,527	1,107,056	1,800,836
2000	440,040	413,735	30,076	4,729	888,580	1,434,110	16,820	1,450,930	2,339,510
2001	439,927	478,908	27,307	3,018	949,160	1,403,715	11,094	1,414,809	2,363,969
2002	426,100	551,458	24,046	2,144	1,003,748	1,325,775	23,626	1,349,401	2,353,149
2003	378,191	599,679	23,875	1,524	1,003,269	1,170,121	25,026	1,195,147	2,198,416
2004	401,565	694,231	26,085	2,186	1,124,067	1,094,306	37,916	1,132,222	2,256,289
2005	395,562	732,835	39,264	3,138	1,170,799	1,186,346	43,171	1,229,517	2,400,316
2006	*	*	43,233	5,170	1,208,440	1,536,768	50,402	1,587,170	2,795,610

* El número de vehículos (autos + camiones ligeros) vendidos en 2006 fue de 1,139,718 unidades. Sin embargo, no existe información disponible acerca de la fracción nacional e importada.

Fuente: INEGI, 2006; AMIA, 2007

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y de la Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT). Dicha información se presenta en el **cuadro II**.

CUADRO II. VEHÍCULOS REGISTRADOS EN MÉXICO

Año	Autos	Camiones de pasajeros	Camiones de carga	Σ
1995	7,449,376	119,829	3,571,703	11,140,908
1996	7,812,785	95,999	3,619,481	11,528,265
1997	8,383,097	123,304	3,852,137	12,358,538
1998	9,053,956	174,210	4,038,149	13,266,315
1999	9,557,702	198,170	4,305,916	14,061,788
2000	10,145,098	199,103	4,901,118	15,245,319
2001	11,321,529	271,213	5,353,366	16,946,108
2002	12,220,421	297,016	5,819,449	18,336,886
2003	12,711,132	305,951	6,279,520	19,296,603
2004	13,357,647	262,845	6,667,930	20,288,422
2005	14,632,005	274,498	7,068,042	21,974,545

Fuente: INEGI 2006

En 2005, la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) reportó que 45 % de la flota vehicular mexicana se concentraba en cinco estados: el Distrito Federal con 17 %, Jalisco con 9 %, el Estado de México con 7 %, Nuevo León con 6 % y Baja California con 6 %. La edad promedio de este porcentaje de la flota vehicular es de alrededor de 14 años. Los datos mencionados se pueden observar en la **figura 2**.

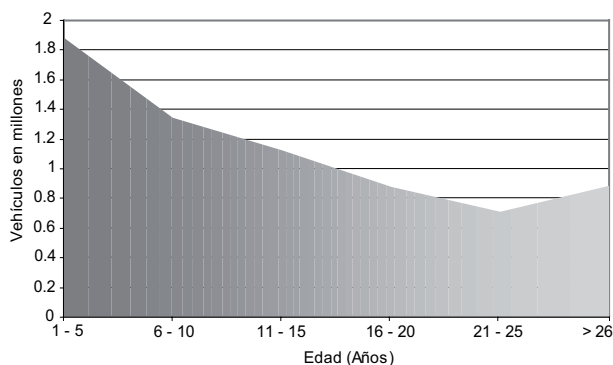


Fig. 2. Edad promedio del 45 % de la flota vehicular mexicana
Fuente: AMDA 2005

Vehículos usados provenientes de los EUA

El fenómeno de la importación legal o ilegal de autos usados de los EUA a territorio mexicano afecta directamente a la flota vehicular en México. Esta práctica se había considerado ilegal hasta agosto de 2005³, por lo que no existe información precisa y oficial del número y características de los vehículos introducidos.

La información existente acerca del número y de las características de estos vehículos es la publicada

³En Junio de 2005, la Suprema Corte de Justicia declaró en un decreto que toda persona que poseyera un vehículo introducido a México sin el permiso correspondiente sería consignado por el crimen de contrabando. Sin embargo, en agosto del mismo año, se realizó un decreto en el que se permite la legalización de todo vehículo usado que haya sido introducido de los EUA y Canadá a México (DOF 2005).

por la AMDA (2005) y el Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP 2004), quienes declararon que dichos vehículos son considerados ELV en sus países de origen, pues cuentan con una edad promedio de 10.7 años, razón por la cual su funcionamiento es presumiblemente pobre.

Se estima que el número de vehículos usados que ingresan desde EUA oscila entre 200,000 y 300,000 unidades por año. Estas cifras han sido publicadas por Melgar (2005), AMDA (2005) y CESOP (2004). En 2005 se estimaba que la flota vehicular mexicana ya contaba con contenía 2.3 millones de vehículos usados que fueron introducidos desde EUA y que habían sido legalizados. Para el mismo año se estimaba que existían todavía 1.8 millones de vehículos en proceso de legalización. Por lo tanto, para 2006 se estima que 4.1 millones de vehículos usados ya han sido incorporados a la flota vehicular.

El **cuadro III** muestra una estimación del número y tipo de vehículos usados que han sido introducidos de EUA a México. Esta información ha sido publicada por Melgar de México, empresa especializada en la industria automotriz nacional.

En el mismo estudio realizado por Melgar de México, se estima una tasa de incremento del 5.43 % en el número de autos usados introducidos desde EUA para 2006.

La administración de Aduanas Mexicanas reportó en 2006 que, desde el anuncio del decreto en Agosto

de 2005 a Enero de 2006, fueron introducidos 510,000 vehículos. Este gran aumento de importación de autos usados era esperado, aunque también se espera que la tasa se reduzca en los próximos meses.

Las causas del fenómeno de importación de vehículos usados deben ser estudiadas con el fin de reducir los efectos negativos a los diversos sectores en México. De acuerdo al CESOP, existen dos principales causas para este fenómeno. La primera se debe a la falta de recursos para adquirir un vehículo nuevo o usado en el mercado nacional, por lo tanto, la adquisición de un vehículo usado introducido desde EUA ofrece una mejor opción a los consumidores. La segunda se debe a que la mayoría de los vehículos usados provenientes desde EUA son introducidos por medio de un permiso temporal; sin embargo, estos vehículos permanecen definitivamente en el país. En gran parte, estos vehículos son introducidos por migrantes que trabajan en EUA y regresan a México con un vehículo (Giermanski 1999).

La importancia de la migración de personas en el número de ELV reside en que los migrantes son importantes introductores de vehículos usados de EUA a territorio mexicano (CESOP 2004). Referente a esto, los estudios realizados por Passel (2005 y 2006) y Passel y Suro (2005) revelan una migración mexicana promedio de 485,000 personas anuales, para el periodo de 2000 a 2004. Considerando la

CUADRO III. VEHÍCULOS ILEGALMENTE INTRODUCIDOS A MÉXICO DESDE EUA, 1999-2004

Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Vehículos / Año	269 567	319 744	272 236	289 732	223 293	218 975	1 593 546
1. Autos	110 884	129 487	109 223	114 967	84 955	76 413	625 930
1.1 Sub-compactos	20 927	21 289	18 806	20 268	14 941	11 326	107 558
1.2 Compactos	62 914	73 959	59 956	63 023	46 497	44 115	350 464
1.3 Deportivos	17 191	21 552	17 427	18 267	13 312	11 841	99 591
1.4 De lujo	9 851	12 688	13 033	13 410	10 205	9 131	68 318
2. Camiones Ligeros	151 201	183 300	151 645	162 852	128 451	134 579	912 028
2.1 SUV	12 847	22 746	19 234	20 281	16 100	19 195	110 402
2.2 Cam. ligeros clase 1	48 732	61 937	58 521	63 295	50 598	52 464	335 547
2.3 Cam. ligeros clase 2	51 010	59 746	50 384	54 167	42 204	43 208	300 718
2.5 Cam. ligeros clase 3	38 612	38 872	23 506	25 109	19 549	19 713	165 360
2.6 Cam. ligeros clase 4	0	0	0	0	0	0	0
2.7 Cam. ligeros clase 5	0	0	0	0	0	0	0
3. Camiones	3 868	3 633	8 330	8 508	6 614	4 967	35 920
3.1 Camión clase 6	428	284	273	306	308	337	1 934
3.2 Camión clase 7	2 706	2 537	7 387	7 450	5 583	3 815	29 478
3.3 Camión clase 8	734	812	671	752	723	815	4 507
4. Cam. de carga clase 8 (5 th wheel)	3 538	3 263	2 925	3 279	3 151	2 778	18 935
5. Camión de pasajeros	76	60	113	126	121	237	734

La información en el cuadro tiene una incertidumbre de +/- 8.97
Fuente: Melgar 2005

cifra anterior y las estimaciones hechas en el estudio publicado por CONAPO (2000), es muy probable que la cantidad de mexicanos que emigra a EUA crezca en los próximos años.

NÚMERO ACTUAL DE ELV EN MÉXICO

En la presente sección se calcula el número actual de ELV en México; dicho cálculo se realiza con la información que se encontró disponible acerca de la flota vehicular mexicana en los últimos años.

El método más lógico de calcular el número de vehículos que anualmente son retirados de circulación es realizando una simple ecuación aritmética, como la implementada por Staudinger y Keoleian (2001). Esta ecuación se describe a continuación:

$$E_i = R_{i-1} + S_i - R_i \quad (5)$$

Donde: E_i es el número de vehículos retirados de circulación en el año i . R_{i-1} es el número de vehículos registrados en el año $i-1$. S_i es el número de autos vendidos en el año i . R_i es el número de vehículos registrados en el año i . Las cifras correspondientes a la ecuación anterior corresponden a las arrojadas al final de cada año. Sin embargo, la ecuación anterior es válida bajo la condición de que exista un estricto control en el registro de vehículos.

Como se mencionó anteriormente, a la fecha no existe un registro oficial con los datos totales de la flota vehicular en México. Esta deficiencia dificulta gravemente el cálculo preciso del número de ELV, ya que, si se implementa de forma directa la ecuación

(4) a los datos del **cuadro II**, se obtienen algunos números negativos. Dichos resultados indican que no existe retiro vehicular, sino todo lo contrario, que existe un crecimiento de la flota vehicular (ver **Cuadro IV**).

Tomando en cuenta los factores que afectan la generación de ELV en México, la ecuación (4) debe ser modificada para obtener resultados que representen con más veracidad la situación real de la flota vehicular en este país. Debido a que los vehículos usados provenientes de EUA son significativos en número, deben ser tomados en cuenta como entradas a la flota vehicular. Por lo tanto, dichos vehículos son sumados a los registros anuales de venta, obteniendo así resultados más lógicos acerca del retiro vehicular (ver **Cuadro IV**).

El **cuadro IV** presenta la implementación de la ecuación (4) utilizando los datos de registros y ventas vehiculares, así como de importación de vehículos usados en México.

De acuerdo con los resultados del **cuadro IV**, en 2004 se retiraron de circulación aproximadamente 660,000 vehículos, mismo número de unidades que pasó a ser ELV.

TENDENCIAS FUTURAS EN EL NÚMERO DE ELV EN MÉXICO

Como se ha podido observar en la sección anterior, existe una relación directa entre la flota vehicular y el número de ELV. Por esta razón, el primer paso para la estimación de tendencias futuras en el número de ELV es la estimación de la futura flota vehicular mexicana.

CUADRO IV. NÚMERO DE ELV EN MÉXICO DE 1996 A 2004

Año	Registrados	Ventas	Introducidos	^a ELV	^b ELV	^c ELV
1995	7,490,796	226,316	123,463			
1996	7,827,924	325,154	123,463	-11,974	111,489	111,489
1997	8,422,254	482,146	123,463	-112,184	11,279	11,279
1998	9,127,870	643,360	123,463	-62,256	61,207	61,207
1999	9,644,537	667,288	262,085	150,621	412,706	412,706
2000	10,233,541	853,775	312,787	264,771	577,558	577,558
2001	11,442,618	918,835	260,868	-290,242	-29,374	460,630
2002	12,354,294	977,558	277,819	65,882	343,701	343,701
2003	12,858,045	977,870	213,406	474,119	687,525	687,525
2004	13,504,828	1,095,796	210,992	449,013	660,005	660,005

^a Resultados de la implementación directa de la Ecuación (4).

^b Resultados de la implementación de la Ecuación (4) considerando la introducción de vehículos desde EUA como entradas a la flota vehicular, con esto ($S_i =$ Ventas de vehículos en año i + introducción de vehículos usados en el año i).

^c Número de ELV generados en México e interpolando para resultados de 2001.

Tendencias de la flota vehicular en México

Para el caso de estudio mexicano, las entradas anuales a la flota vehicular están representadas por las ventas anuales de vehículos nuevos y por la introducción de vehículos usados desde EUA. Por lo tanto, dichas entradas deben ser estimadas a futuro. Para ello, el presente trabajo desarrolla dos escenarios que toman en cuenta diferentes comportamientos en los factores que afectan el número de vehículos que entran a la flota vehicular. Los elementos que conforman estos escenarios son los descritos en la sección anterior, y el valor de sus variables ha sido tomado a partir de las fuentes bibliográficas citadas y de ponderaciones hechas por los autores.

Los escenarios se describen a continuación:

Escenario A: se caracteriza por un crecimiento sostenido del 5 % en el PIB per cápita mexicano, por lo que es posible el cabal cumplimiento de los objetivos establecidos para la industria automotriz mexicana para 2010 (ver sección 4.3). Con los factores anteriores, se considera que se logre una tasa de reposición vehicular del 10 %, considerando los automóviles y camiones ligeros respecto de la flota vehicular total.

En lo que se refiere a la introducción de vehículos usados desde EUA a México, se considera que dicha cantidad tendrá un crecimiento anual del 5.43 %, como ha sido considerado por Melgar (2005). Además, se considera una cantidad fija de 500,000 unidades para los años de 2005 y 2009, años en que el decreto de la despenalización y la total implementación del Anexo 300-A.2 (Párrafo 24.a) del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN) entra en vigor⁴.

En el supuesto caso de que las condiciones anteriores se cumplieran, México alcanzaría una tasa de

motorización de 0.35 vehículos por persona (sector poblacional de 18 a 64 años de edad) para 2010.

Escenario B: se caracteriza por un crecimiento del PIB per cápita mexicano menor al 5 %; como consecuencia se da el cumplimiento parcial de los objetivos establecidos por la industria automotriz mexicana para 2010.

Las condiciones relacionadas con la migración e introducción de vehículos usados desde EUA se consideran iguales a los asumidos para el Escenario A, es decir, con un crecimiento anual de 5.43 % en la introducción de vehículos.

La combinación de las condiciones anteriormente descritas nos llevan a tomar una tasa de reposición vehicular que crecerá gradualmente de 5.5 % en 2005 hasta alcanzar 8 % en 2010. Asimismo, esto representará una tasa de motorización de 0.25 vehículos por persona (18 a 64 años de edad) para 2010.

El **cuadro V** muestra las variables a utilizar en la estimación de la flota vehicular mexicana para 2010. La gráfica que representa la tendencia en el crecimiento vehicular, para los dos escenarios descritos, se puede observar en la **figura 3**.

La **figura 3** describe el desarrollo histórico de la flota de autos y camiones ligeros de 1995 hasta 2006. También es posible observar las tendencias de crecimiento de la flota de autos y camiones ligeros, de 15 millones de unidades a una flota que se ubica entre 24 y 17 millones de unidades para los escenarios A y B respectivamente en 2010.

Número futuro de ELV

Como se concluyó en la sección 3, el tiempo que los vehículos se mantienen en circulación es más largo en países en desarrollo que en países

CUADRO V. VARIABLES DE LOS ESCENARIOS A Y B PARA 2010

Año Escenario	Población 18-64 Años (hab. x10 ⁶) A & B	Motorización 15-64 Años (vehículo / persona)		Flota de autos y camiones ligeros (x 10 ⁶)		Tasa de reposición (%)		Venta de autos y camiones ligeros (x 10 ⁶)	
		A	B	A	B	A	B	A	B
2005	61.6	0.22	0.22	14.8	14.8	5.5	5.5	1.1	1.1
2006	62.9	0.24	0.22	16.5	15.2	6.4	6.0	1.5	1.3
2007	64.2	0.27	0.23	18.2	15.6	7.3	6.5	1.9	1.5
2008	65.4	0.30	0.24	20.0	16.0	8.2	7.0	2.3	1.6
2009	66.6	0.32	0.24	21.8	16.5	9.1	7.5	2.8	1.8
2010	67.8	0.35	0.25	23.7	17.0	10.0	8.0	3.4	1.9

⁴A partir del 1° de enero de 2009, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos usados, provenientes de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 10 años de antigüedad (TLCAN 1994).

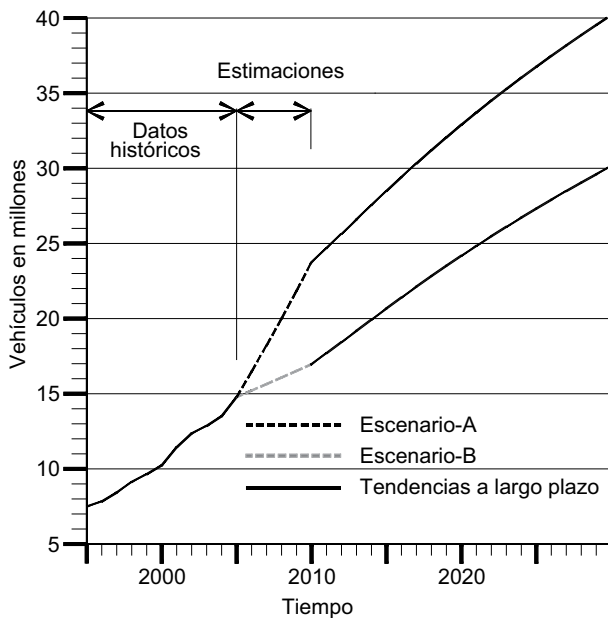


Fig. 3. Tendencias futuras de la flota de autos y camiones ligeros en México

industrializados. Por esta razón, los parámetros de la distribución Weibull deben ser diferentes que los utilizados en los casos de estudio desarrollados por Sliker (2003) y Van Schaik (2004). Como ya se mencionó, no existen registros del número de ELV generados en México, por lo que no es posible obtener los parámetros de la distribución Weibull que ayuden a representar el comportamiento de este fenómeno. No obstante, la información sobre el retiro vehicular en otros países, la información disponible sobre la flota vehicular en México y los factores que afectan el retiro vehicular, son de gran ayuda en la ponderación de dichos parámetros. El comportamiento del ciclo de vida de este tipo de productos es muy similar en diferentes países, industrializados y en desarrollo. Así lo muestran los estudios realizados por Sliker (2003), Van Schaik (2004) Kourmouis (2006) y Lin (2007).

La ecuación 3 representa el tiempo promedio en que los vehículos son retirados de la circulación. Se sabe que dicho valor en países desarrollados se encuentra entre 12 y 15 años, y se deduce que dicho valor en países en desarrollo debe ser mayor, puesto que se mantiene más tiempo a los vehículos circulando. Además, la edad promedio de los vehículos circulando en México es de 14 años, por lo que la edad de retiro promedio debe encontrarse alrededor de 20 o más. Para efectos de este trabajo, se toma un valor de $\bar{T} = 20$ años para los vehículos nuevos que circulan en México.

En el caso de los vehículos usados que se introducen

desde EUA a México, dado que se trata de unidades con más de 10 años en circulación, el valor de \bar{T} se considera de 10 años. Con el valor de \bar{T} es posible obtener por iteraciones el valor de los demás parámetros de la distribución Weibull. El **cuadro VI** muestra los parámetros considerados por los autores para realizar las estimaciones en el número generado de ELV.

Si se considera que los parámetros presentados en el **cuadro VI** son los que regirán el retiro vehicular en los próximos años, el comportamiento descrito por la distribución Weibull con estos parámetros se aplica a la cantidad de vehículos de la **figura 3** año con año. El resultado es un balance dinámico de masa, el cual representa el retiro anual de los vehículos que entran a la flota cada año, desde 2005 a 2010. Por ejemplo, la curva correspondiente a 2006 muestra cuándo serán retirados de circulación los vehículos que entraron a la flota en 2006.

El proceso de implementación de la distribución Weibull es iterativo para cada dato anual de vehículos que entran a la flota vehicular, para cada tipo (nuevo o usado) y para cada escenario. De esta forma se obtiene una serie de curvas que describen el retiro de las unidades de la flota vehicular.

CUADRO VI. PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN WEIBULL, ESCENARIOS A Y B EN 2010

Variable	Escenario A		Escenario B	
	VN	VU	VN	VU
β	6.4	4.3	6.4	4.3
θ	21.5	11	21.5	11
Tiempo total de vida útil (años)	20	10	20	10

VN= Vehículos nuevos

VU= Vehículos usados provenientes de EUA

Las **figuras 4 y 5** muestran las curvas que representan el retiro vehicular para autos nuevos considerados por los escenarios A y B respectivamente. La **figura 6** muestra la curva correspondiente a la implementación de la distribución Weibull para los vehículos usados que se importan de EUA. Debido a las consideraciones hechas para los escenarios, la **figura 6** es válida para los escenarios A y B.

La obtención del número total de ELV generados anualmente resulta de la suma de los valores de las curvas en las **figuras 4 a 6**, para cada escenario. Por ejemplo, el número total de ELV en 2010 es la suma de las abscisas de todas las curvas que concurren ese año. Así, es posible encontrar vehículos incorporados

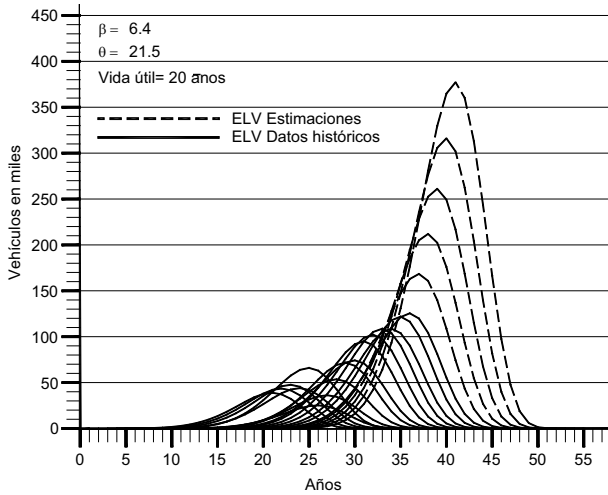


Fig. 4. Retiro de los vehículos nuevos vendidos en México, Escenario A

en diferentes años y que se retiran en 2010. La **figura 7** muestra el resultado de esta operación para los dos escenarios.

Las curvas descritas en la **figura 7** muestran en primer lugar el número histórico de ELV que proviene de los datos del **cuadro IV**. En segundo lugar, se muestra la zona que corresponde al número de ELV generados por las entradas a la flota vehicular de los años setenta a noventa. Debido a la falta de información para ese periodo, la tasa del número de ELV se considera lineal. Dicha línea parte de la última cifra histórica en 2004 hasta intersectar las curvas resultantes de la distribución Weibull. En tercer lugar se describen las tendencias en el número generado de ELV que corresponden a los escenarios descritos.

Las tendencias mostradas en la **figura 7** sólo muestran el retiro de los vehículos que entran a la flota en el periodo de 2005 a 2010. A partir de 2010

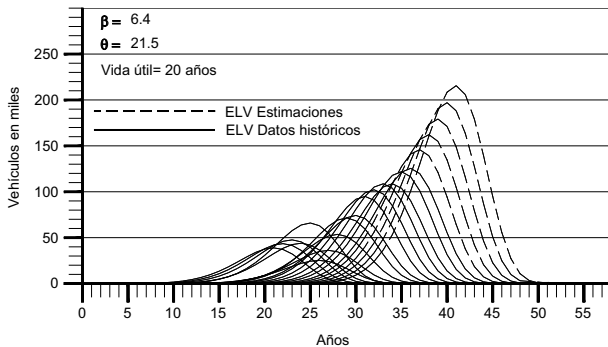


Fig. 5. Retiro de los vehículos nuevos vendidos en México, escenario B

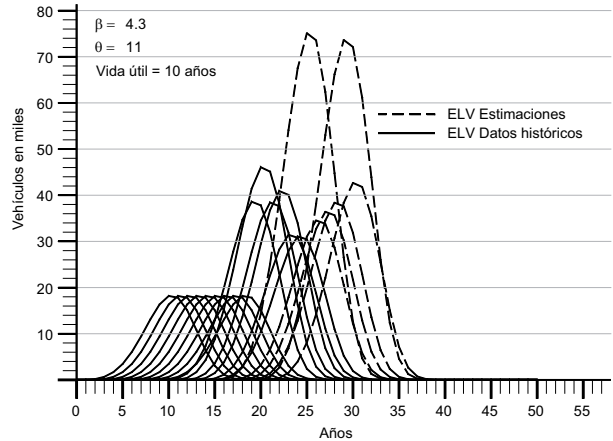


Fig. 6. Retiro de los vehículos usados que se importan desde EUA a México, escenarios A y B

un número adicional de ELV se generará debido a las entradas a la flota iniciadas en 2011. Por lo tanto, el número de ELV a partir de 2010 será mayor que los mostrados en esta figura.

El **cuadro VII** muestra el valor de las abscisas para las curvas de la **figura 7**. Los valores resultan ser idénticos hasta 2014 para los dos escenarios. Esto se debe a la interpolación lineal que une a los datos históricos con los estimados. A partir de 2015, las curvas presentan valores diferentes para los diferentes escenarios.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la sociedad moderna tiene como consecuencia el aumento en el consumo de distintos productos. Los vehículos, al ser productos comple-

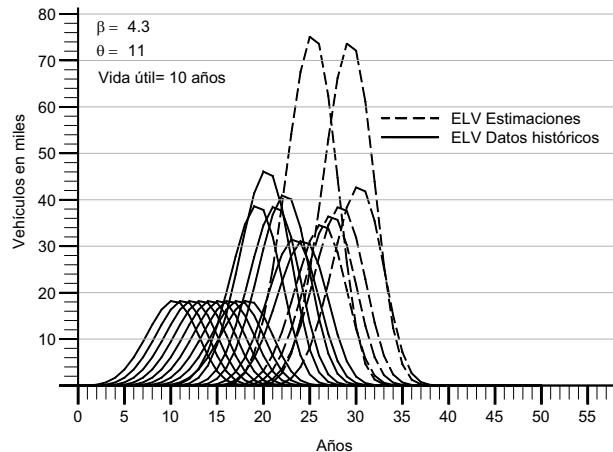


Fig. 7. Número total de ELV en México, escenarios A y B

CUADRO VII. NÚMERO DE ELV GENERADOS EN MÉXICO, 2005-2025

Año	E L V	
	Escenario A	Escenario B
2005	669,200	669,200
2006	678,390	678,390
2007	687,580	687,580
2008	696,780	696,780
2009	705,970	705,970
2010	715,161	715,161
2011	724,354	724,354
2012	733,546	733,546
2013	742,739	742,739
2014	751,932	751,932
2015	768,861	760,619
2020	1,016,675	972,083
2025	1,330,356	1,106,454

jos, también tienden a aumentar su número en todo el mundo para las próximas décadas. Sin embargo, todos los vehículos tienen una vida útil limitada que, al terminar, convierte al vehículo en ELV. Estos ELV requieren de un manejo específico para evitar impactos negativos. De aquí, la importancia del manejo de productos al final de su vida útil.

De acuerdo al desarrollo histórico de los diferentes factores que influyen en el tamaño de la flota vehicular mexicana, su crecimiento es inminente en las próximas décadas. La medida en que la flota crecerá está influenciada por los factores económicos y poblacionales que se darán en el mediano plazo. Se estima que la flota de automóviles y camiones ligeros para 2010 oscile entre 17 y 24 millones de unidades. Por esta razón, el desarrollo de planes específicos para el manejo de ELV adquiere especial importancia en México.

La información existente de la flota vehicular mexicana proviene de organismos privados; dicha información no es oficial y muchas veces difiere de una fuente a otra. Por esta razón, es urgente la operación del REPUVE al 100 %, y con ello contar con cifras actuales y oficiales sobre la flota vehicular mexicana.

La estimación del número de ELV generados en México es un elemento importante en el desarrollo de planes de manejo específicos de productos al final de su vida útil. Dicha estimación puede auxiliarse de diferentes herramientas analíticas para obtener resultados que se aproximen de forma aceptable al valor real del número de ELV. La distribución Weibull ha sido utilizada por diferentes autores para la modelación del retiro vehicular en otros países, con resultados satisfactorios.

El estudio de los factores que afectan el proceso de retiro vehicular brinda información importante, que

ayuda al refinamiento de los cálculos y estimaciones acerca del número de ELV. Dentro de estos factores, los económicos han sido identificados como los más importantes, debido a que son los que más influyen en el fenómeno del retiro vehicular.

Los factores económicos son también responsables del tiempo total de vida útil que un vehículo tiene en un lugar determinado. Así pues, en países industrializados un vehículo tiende a permanecer menos tiempo en servicio que el mismo vehículo en un país en desarrollo. Estos hechos tienen como consecuencia la modificación de los parámetros que definen el retiro vehicular a través del tiempo en México. La ponderación hecha en el presente trabajo para obtener el tiempo promedio del retiro vehicular, para autos nuevos y usados, debe tomarse con cautela, ya que sólo es un punto de referencia para futuros estudios en el campo.

Es lógico que los parámetros que definen el retiro vehicular en México evolucionen a través del tiempo, por lo que dicho tema debe ser objeto de otros estudios, en los que se cuente con información histórica de retiros vehiculares en México.

El número generado de ELV en México se estima en 690,000 unidades para 2008. Esta cifra tiende a aumentar, así como la flota vehicular, debido a que los vehículos nuevos de este año serán ELV en el futuro. Por lo tanto, el número de ELV generados para 2020 se estima en alrededor de un millón de unidades.

La importación de vehículos usados desde EUA influye drásticamente en la edad promedio de la flota vehicular mexicana. Esto se debe al creciente número de importaciones y a la edad de dichos vehículos. La consecuencia inmediata de este fenómeno es el aumento del retiro de circulación vehicular a corto plazo, pues por sus características esos vehículos son más próximos a ser retirados de la circulación.

El presente trabajo subraya la enorme necesidad de realizar futuros estudios en el campo del manejo de ELV en México. La información resultante de dichos estudios será de gran utilidad para el desarrollo de planes de manejo a largo plazo que permitan el correcto manejo y aprovechamiento de estos residuos.

REFERENCIAS

- AMDA (2005). Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores. La Flota Vehicular Mexicana. Información otorgada vía e-mail, México, D.F.
- AMIA (2007). Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. Venta de Vehículos 2006, México, 2007. <http://www.amia.com.mx>. Fecha de consulta: Marzo/2007.

- CESOP (2004). Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. Los vehículos de procedencia extranjera ilegales en México. publicado por la cámara de diputados, México, D.F. p.18.
- CONAPO (2002). Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la población de México 2005 - 2050. México D.F. 32 p.
- CONAPO (2000). Consejo Nacional de Población. Migración México - EUA, presente y futuro. México D.F. 162 p.
- Cruz-Rivera R. (2007). The implementation of End-of-Life Vehicles Recycling in developing countries, case study Mexico. PhD thesis, Doctorate Program at the Chair of Industrial Sustainability at Brandenburg University of Technology in Cottbus, Germany 203 p.
- Dargay J., Gatley D. y Sommer M. (2006). Vehicle ownership and income growth, Worldwide: 1960-2030. Department of Economics, New York University, NY, USA, 28 p.
- De Jong G. C., Vellay C. y Fox J. (2001). Vehicle scrapage: literature and a new stated preference survey. Presented at the European transport conference 2001, PTRC, Cambridge.
- DOF (2004). Diario Oficial de la Federación. Ley del Registro Público Vehicular, No.1, Vol. DCXII, 01/09/2004, México, pp.7-11.
- DOF (2005). Diario Oficial de la Federación. Decreto por el que se establecen las condiciones para la importación definitiva de vehículos automotores usados. No. 16, Vol. DCXXIII, 22/08/2005, México, 11-16.
- DOE (2006). US Department of Energy. Transportation Energy Data Book: Edition 25. Office of Planning, Budget Formulation and Analysis, Energy Efficiency and Renewable Energy. U.S. Department of Energy, U.S., 238 p.
- Expansión (2004). La gran apuesta, Ford hace la mayor inversión de su historia en México. Revista especializada, Ed. 900, Septiembre 2004, México. <http://www.expansion.com.mx/>. Fecha de consulta: Diciembre/2005.
- Giermanski J.R. (1999). Information collection and report: United States-México Used Vehicle Trade. Elaborated by Texas A&M International University (TAMIU) and the United States Environmental Protection Agency (EPA), USA.
- IEA (2006). Energy Conservation in the Transport Sector. Presented by Claude Mandil, Executive Director at the 8th Arab Energy Conference, organized by the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC), 14th to 17th May 2006, Amman. International Energy Agency.
- INEGI (2006). Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Vehículos automotores registrados. Información electrónica, México. <http://www.inegi.gob.mx/>. Fecha de consulta: Marzo/2007.
- Kourmouris F., Moustakas K., Mentzis A., Papadopoulos A., Stylianou M. y Loizidou M. (2006). Evaluation of the current situation on the management of End-of-Life Vehicles (ELV) in Cyprus. Conference. Protection 2006 (Jul 2006).
- Lin, Jyun-Teng (2007). Evaluation of greenhouse gas emission reduction potentials in car recycling system - A case study in Taiwan. Master Dissertation, Department of Environmental Engineering, National Cheng Kung University, Taiwan 88 p.
- Melgar (2005). Melgar de México. Vehículos ilegales introducidos a México de 1999 a 2004. Información otorgada por Melgar de México Consulting, compañía especializada en la Industria automotriz, México.
- Mortimore M. y Barrón F. (2005). Informe sobre la industria automotriz mexicana. Serie Desarrollo Productivo, CEPAL, N. 162, Santiago de Chile, 53 p.
- OCDE (2002). Towards Sustainable Household Consumption? Trends and policies in OECD Countries. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Capítulo 2, Francia.
- Passel S. J. (2005). Unauthorized migrants: numbers and characteristics. Report published by Pew Hispanic Center, USA, 44 p.
- Passel S.J. (2006). The size and characteristics of the unauthorized migrant population in the U.S., estimates based on the March 2005 Current Population Survey. Research Report published by Pew Hispanic Center, USA, 26 p.
- Passel S.J. y Suro R. (2005). Rise, Peak, and Decline: Trends in U.S. Immigration 1992-2004. Report published by Pew Hispanic Center, USA, p. 64.
- ReliaSoft (2005). Life Data Analysis Reference. ReliaSoft Publishing. Chapter 5. Rev. 2005.
- Sander K., Schilling S., Zangl S. y Lohse J. (2002). Rules on compliance with Article 7.2 of Directive 2000/53/EC. ÖKOPOL Institute for Ecology and Politics GmbH, Report compiled for the Directorate General, Environment, Nuclear Safety and Civil Protection of the Commission of the European Communities, Germany, 92 p.
- Staudinger J. y Keoleian A. G. (2001). Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, Report No. CSS01-01, US 2001, USA.
- Shell (2004). Shell Pkw-Szenarien bis 2030, Flexibilität bestimmt Motorisierung, Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2030. Shell Germany Oil, Hamburg, 48 p.
- Sliker B.K. (2003). Steps towards modeling the distribution of automobile retirements. U.S. Department

- of Commerce, Bureau of Economic Analysis. Paper prepared for the Federal Committee on Statistical Methodology Research Conference, Arlington, USA.
- TLCAN (1994). Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Anexo 300-A. http://www.sice.oas.org/Trade/nafta_s/Indice1.asp. Fecha de Consulta: Diciembre/2006.
- Togawa K. (2006). Background of the automobile recycling law enactment in Japan. Presented by Professor Dr. ECS, K. Togawa, Kumamoto University, at 6th International Automobile Recycling Congress, Amsterdam, Netherlands, March 15-17.
- Van Schaik A. (2001). Design for recycling. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Department of Applied Earth Sciences, Section of Raw Materials Technology, TU-Delft, Netherlands.
- Werner A.M. y Ursúa J.F. (2004). La evolución del crecimiento económico per cápita de México: Un análisis comparativo internacional. Reporte Técnico, versión preliminar, México.