

UN ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA DIESELIZACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN LA UE

Santiago Álvarez García*

Universidad de Oviedo

Desiderio Romero Jordán

Universidad Rey Juan Carlos

Marta Jorge García- Inés

Universidad de León

Resumen:

En la década de los 90 los países europeos han sido testigos, en mayor o menor medida, de la dieselización de su parque automovilístico. En este trabajo se analizan los factores que han determinado este fenómeno, poniendo especial énfasis en el papel que ha jugado en el mismo la fiscalidad sobre los carburantes. A tal efecto, se ha modelizado este proceso mediante un sistema de dos ecuaciones simultáneas: demanda de vehículos diesel de pasajeros y demanda de gasóleo de automoción. Las conclusiones obtenidas son las siguientes. Primero, se ha verificado empíricamente la incidencia de la fiscalidad en este fenómeno. Así, el tratamiento fiscal favorable al gasóleo incide positivamente en la elección de un vehículo diesel, mientras que los impuestos sobre el gasóleo conllevan, asimismo, la reducción de la demanda de este bien. Segundo, el precio del crudo importado y la eficiencia en el consumo de carburante contribuyan a explicar la demanda de vehículos con motor diesel. Tercero, la demanda de carburantes es un fenómeno dinámico y está, asimismo, determinada por el precio del petróleo. Tercero, la elasticidad-precio de la demanda de gasóleo obtenida se encuentra dentro del rango de variación existente en la literatura, e incluso, es muy similar a la computada en estudios relativos a la dieselización.

Códigos JEL: R48, H31, Q58.

Palabras clave: carburantes, vehículos, fiscalidad, elasticidad-precio.

* Direcciones de contacto:

Santiago Álvarez García: Departamento de Economía, Universidad de Oviedo. Avenida del Cristo s/n 33006, Oviedo; telf : 985 10 37 24; fax : 985 10 48 71; e-mail: santiag@uniovi.es

Desiderio Romero Jordán: Departamento de Economía Aplicada II y Fundamentos del Análisis Económico, Universidad Rey Juan Carlos. Campus de Vicalvaro, Paseo de Artilleros s/n, 28032, Madrid; telf : 911 488 78 25; fax: 911 ; e-mail: desiderio.romero@urjc.es

Marta Jorge García-Inés: Departamento de Economía, Universidad de León. Campus de Vegazana s/n 24071, León; telf : 987 29 17 25; fax : 987 29 17 46; e-mail: mjorg@unileon.es

1. INTRODUCCIÓN

En la década de los noventa el sector transporte en la Unión Europea (UE) ha sido testigo de una serie profundos cambios tanto de naturaleza cuantitativa como cualitativa. Por lo que respecta a los primeros, cabe destacar el significativo incremento del parque automovilístico y, correlativamente, del consumo de carburante. En efecto, en 1990, el stock total de turismos en la UE tenía una dimensión aproximada de 144,5 millones, mientras que en 2000 esta cifra alcanzaba casi los 176 millones (Eurostat, 2006)¹. Por otra parte, la sustitución de la gasolina con plomo por la sin plomo y la dieselización del parque automovilístico constituyen ejemplos de la evolución del sector transporte desde una perspectiva cualitativa.

La dieselización se ha reflejado no sólo en el aumento de la matriculación de vehículos con motor diesel, sino también en la tendencia al alza del consumo de gasóleo de automoción, que progresivamente ha ido sustituyendo a la gasolina. En concreto, a principios de los años noventa el porcentaje medio de matriculaciones de vehículos diesel en la UE era del 13,02% del total; mientras que en 2005 esta cifra se había casi cuatriplicado, alcanzando el 49,8% (ACEA, 2005). Asimismo, el consumo de gasóleo de automoción era de 94.513 miles de toneladas en 1990 y se incrementó en 2002 hasta 149.339. En contrapartida, en este mismo periodo, el consumo de gasolina era inicialmente de 117.307 miles de toneladas, disminuyendo en 2002 hasta las 108.254 miles de toneladas (AEAT, 2003).

El incremento del porcentaje de automóviles con motor diesel en el sector transporte es un fenómeno complejo en el que han intervenido diversos factores. Como Monaham y Friedamn (2004) reflejan en su estudio "The diesel dilemma", varios son los elementos que hay que considerar en la elección de un vehículo diesel *versus* vehículo de gasolina: la eficiencia en el consumo de carburante, el precio del carburante y de los automóviles, los costes asociados a su propiedad, las prestaciones del vehículo... No obstante, cabe destacar tres factores como

¹ Hacemos referencia exclusivamente a UE-15 por la disponibilidad de datos y porque el estudio se desarrolla en el marco temporal de la década de los 90.

responsables de este cambio cualitativo del parque automovilístico (ACEA, 2005). Primero, la economicidad del carburante. Esto es, un vehículo con motor diesel consume menos combustible que un vehículo con motor de gasolina. Si bien, que hay que considerar otros costes (como, por ejemplo, el precio del vehículo) que, en ocasiones, suponen que este tipo de automóviles sea más apropiado para conductores que recorren largas distancias. Segundo, el menor precio del gasóleo de automoción respecto al precio de la gasolina. Este diferencial en los precios responde básicamente al tratamiento fiscal preferencial otorgado al gasóleo. Y finalmente, los avances en la tecnología que han permitido mejoras en los vehículos diesel en términos de ruido, conducción y prestaciones

El objetivo principal de este trabajo es el análisis de los factores que han determinado la dieselización del parque automovilístico en los Estados miembros de la UE-15 (EE.MM.) acontecida en los años noventa. Para ello, se propone un modelo de ecuaciones simultáneas, pues la demanda de gasóleo depende de la elección del vehículo. Así, y a diferencia de lo que sucede con la adquisición de un coche de gasolina y la posibilidad de consumir gasolina con o sin plomo, la compra de un vehículo diesel se traduce, siempre que se utilice este medio de transporte, en el consumo de gasóleo. Por consiguiente, no existe la opción de consumir gasolina.

Dentro del objetivo general previamente señalado, se hace especial incidencia en el rol que la fiscalidad ha desempeñado en este proceso. Esta cuestión despierta gran interés dado que en la literatura económica se ha confirmado en múltiples ocasiones la reducida elasticidad-precio de la demanda de carburantes, y en consecuencia, la dificultad para alterar el comportamiento de los conductores mediante medidas fiscales (entre otros, Espey, 1989; Goodwin, 1992; Parry y Small, 1992). En este sentido, la verificación empírica de que el diferencial fiscal entre carburantes ha contribuido a la elección de vehículos diesel constituye un ejemplo de que un adecuado diseño de las políticas públicas puede fomentar la modificación de los patrones de consumo de los agentes económicos. Esta afirmación es especialmente pertinente en un

momento en que la UE está desarrollando propuestas sobre la fiscalidad relativa a los vehículos y a los carburantes como uno de los mecanismos para abordar el problema del cambio climático (Comisión Europea, 2002, 2005). En este contexto no podemos olvidar que las emisiones de CO₂ se enmarcan dentro de los gases de efecto invernadero, y el sector transporte es uno de sus principales causantes (véase, entre otros, Sullivan *et al.* 2004; Romm, 2006).

El artículo se estructura del siguiente modo. En el segundo epígrafe se realiza una revisión de los principales estudios existentes relativos a la fiscalidad sobre los carburantes y a la dieselización del parque automovilístico; y se describe la situación de ambas cuestiones en los EE.MM. en los años noventa. Posteriormente, en el tercer epígrafe se lleva a cabo el análisis econométrico que incluye la especificación del modelo, su estimación y la interpretación los resultados alcanzados. Por último, se dedica un apartado a la exposición de las conclusiones más destacadas derivadas de esta investigación.

2. LA FISCALIDAD SOBRE LOS CARBURANTES Y LA DIESELIZACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVOLÍSTICO

2.1. Revisión de la literatura

La fiscalidad sobre los carburantes ha acaparado la atención en la literatura científica desde hace décadas. Tal interés se ha orientado fundamentalmente hacia dos aspectos de la misma: sus efectos distributivos y su reducida efectividad extrafiscal derivada de la escasa elasticidad-precio de la demanda de carburantes.

En cuanto a las consideraciones distributivas, aunque *a priori* se esperaría que los efectos de estos impuestos fueran regresivos, característica que comparten con buena parte de la imposición general sobre el consumo, no existe una conclusión unánime. Aasness y Larsen (2002) sostienen que un aumento de la fiscalidad sobre la gasolina incrementa la desigualdad. Sin embargo, Smith (2000) y Leicester (2005), puntualizan que los efectos regresivos sólo

afloran cuando los consumidores objeto de análisis son propietarios de vehículos. Por otra parte, el trabajo de Mayeres (2002) concluye que las consideraciones de equidad no tienen un fuerte impacto en este ámbito. De todos modos, aún en el caso de que el impuesto perjudicara en mayor medida a los individuos con menor renta, esto no sería justificación para su no implementación debido a varias razones (Smith, 2000). Primero, los colectivos perjudicados pueden ser compensados con otras medidas gubernamentales, como por ejemplo, mejoras del transporte público. Segundo, lo relevante es la progresividad o regresividad del sistema tributario en su conjunto y no de un impuesto considerado de forma aislada. Y tercero, no se debe olvidar que estamos ante un tributo que tiene una función de corrección de externalidades negativas, existiendo así un colectivo potencial de beneficiarios importante en la medida en que el impuesto contribuya a lograr un medio ambiente menos contaminado.

El reducido valor de la elasticidad-precio de la demanda de carburantes computado en la mayoría de estudios ha puesto en duda la influencia de este tributo en el comportamiento de los propietarios de vehículos (véase, entre otros, Dahl y Sterner, 1991; Goodwin, 1992). Es cierto que en la práctica la baja elasticidad de la demanda supone que aumentos en los impuestos no se traduzcan en un descenso en la recaudación. Sin embargo, esto no significa que este tributo no afecte al comportamiento de los conductores (Leicester, 2005). En este contexto, es preciso señalar que los valores de la elasticidad-precio de los carburantes divergen en el corto y el largo plazo (véanse, entre otros, Sterner, 1990; Alves y Bueno, 2003). El incremento de los precios en el corto plazo sólo conlleva un menor uso del vehículo, mientras que en el largo plazo puede afectar también a las características y a la propiedad de los automóviles (Weizsäcker y Jesinghaus, 1992; Smith, 1995a; Smith, 1995b). En consecuencia, el gravamen sobre los carburantes puede generar reacciones en los conductores, bien en términos de modelo de conducción, de consumo de carburante y/o de adquisición de vehículo.

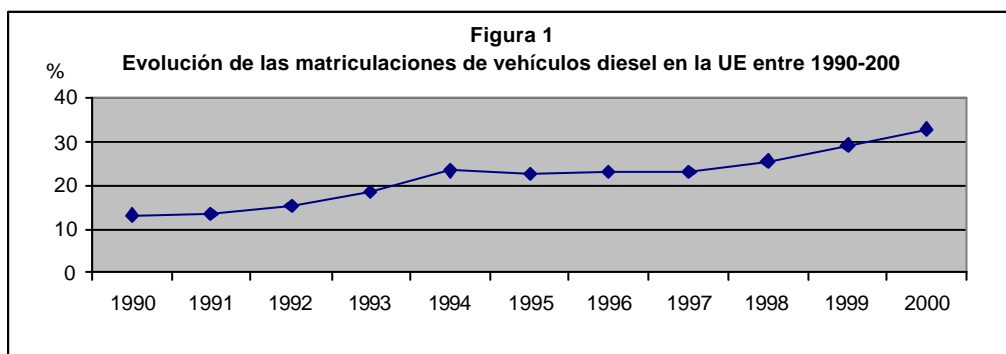
El análisis del proceso de dieselización del parque automovilístico en la UE no constituye una novedad en la literatura económica. Así, Janssen (1999) desarrolló un estudio econométrico del

porcentaje de vehículos diesel en el total de matriculaciones en nueve países europeos entre 1990 y 1996. A tal efecto, utilizó un modelo logit de efectos fijos, cuya estimación le permitió concluir que el coste de uso del vehículo es el determinante más significativo en la elección de un vehículo de gasolina o diesel. En esta misma dirección, en el trabajo de Mayeres y Proost (2001), se pone de manifiesto que el porcentaje de vehículos diesel puede ser explicado por variables fiscales; por otra parte, del análisis teórico que han realizado se concluye que es difícil justificar el tratamiento fiscal favorable al diesel.

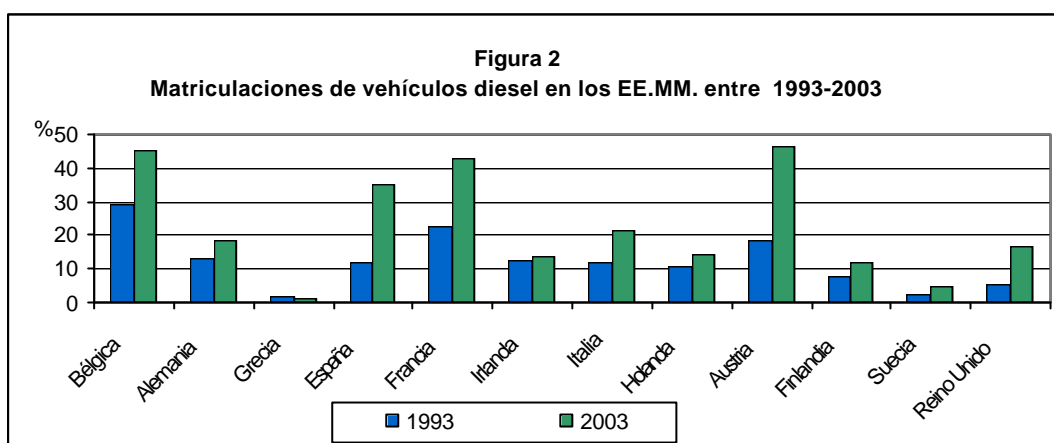
2.2. Situación en la Unión Europea

En este epígrafe se describe la evolución de los dos variables donde se ha reflejado la dieselización del parque automovilístico en los EE.MM. en los años noventa, las matriculaciones de automóviles y el consumo de carburante, así como de unos de sus principales causantes, la fiscalidad.

En la Figura 1 se puede observar que la UE fue testigo del incremento de las matriculaciones de vehículos de motor diesel en el periodo 1990- 2000. Sin embargo, en este marco, y como se deriva de la Figura 2, existe una gran heterogeneidad en la adquisición de este tipo de vehículos en función del EE.MM. considerado. De hecho, en el año 2003 el porcentaje de vehículos diesel representaba menos del 20% del total de matriculaciones en Holanda, Irlanda, Finlandia, Reino Unido, Suecia y Grecia; por el contrario, en Austria, Bélgica y España este porcentaje era superior al 60%.

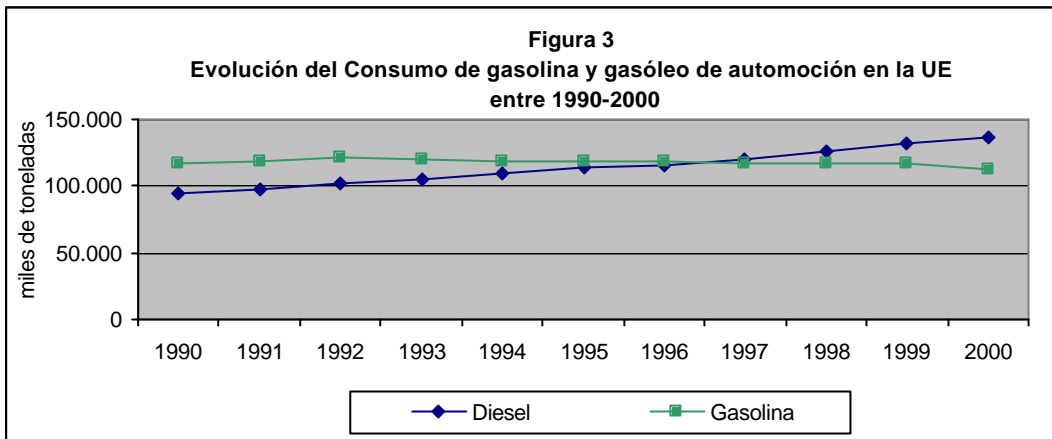


Fuente: ACEA (2004).

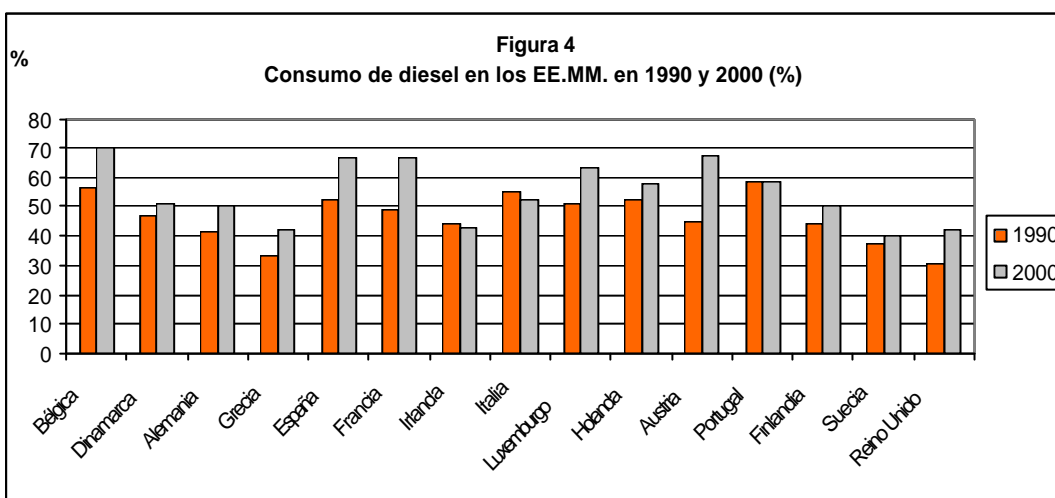


Fuente: ACEA (2004)

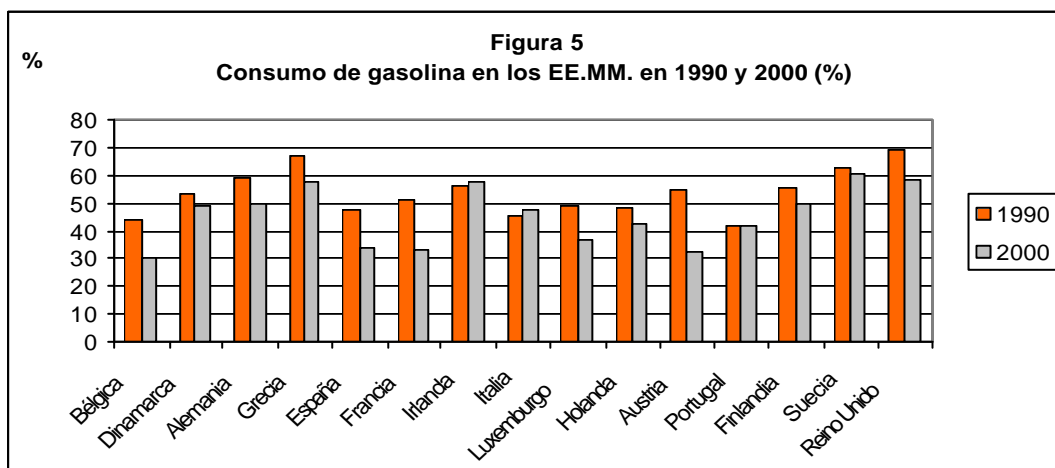
Como se señaló anteriormente, el fenómeno objeto de estudio se pone de relieve, además de en la compra de vehículos, en el consumo de gasóleo de automoción; y en contrapartida en la reducción del consumo de gasolina. De la Figura 3 se desprende que, mientras que el consumo de gasóleo se ha incrementado en el marco europeo de forma progresiva a lo largo de toda la década, el consumo gasolina se ha estancado, e incluso reducido desde 1994. Por otra parte, y al igual que en las matriculaciones, los EE.MM. se caracterizan por un patrón dispar en cuanto al consumo de ambos combustibles, aunque presentan como rasgo común el incremento del consumo del diesel y, en contrapartida, la reducción del consumo de gasolina, salvo en Irlanda e Italia (véanse, Figura 4 y 5). Efectivamente, esta diversidad se pone de relieve, por ejemplo, en la Figura 4 puede observarse la existencia de países en 1990, como Bélgica y Portugal, donde el consumo de diesel representaba casi el 60% del total del consumo de ambos carburantes; en el extremo contrario se sitúa Reino Unido cuyo consumo de gasóleo apenas significa la mitad de ese porcentaje. Esta heterogeneidad está también presente en el consumo de gasolina. En concreto, de la Figura 5 se deriva que en la UE en el año 2000 coexisten países como Bélgica, cuyo consumo aproximado de gasolina es del 30% del total de ambos carburantes, con EE.MM. como Reino Unido donde el consumo de gasolina representa el 60%.



Fuente: AEAT (2004)



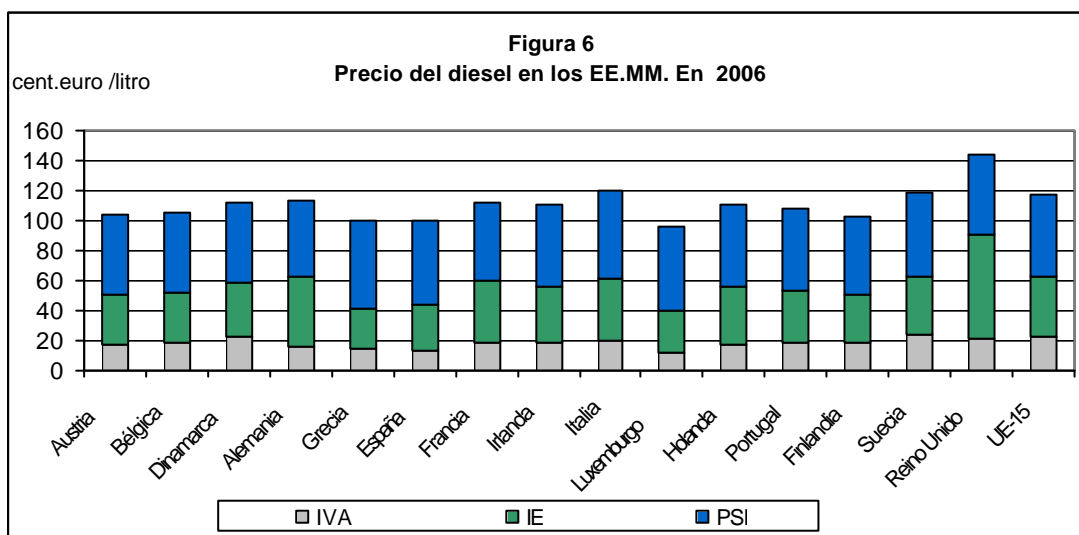
Fuente: AEAT (2004).



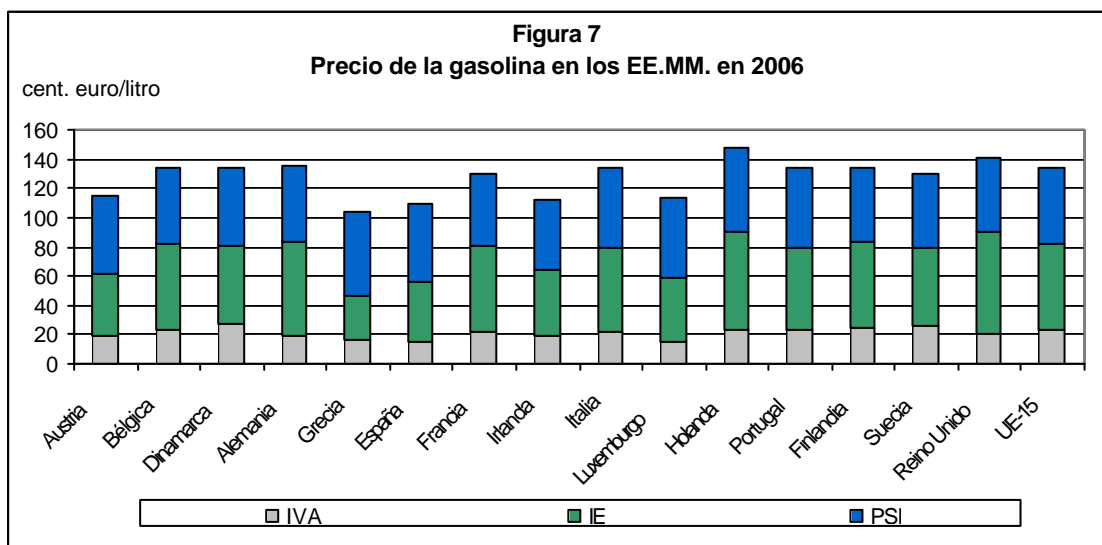
Fuente: AEAT (2004)

Las diferencias en los precios de ambos tipos de carburante ha contribuido notablemente a la dieselización del parque automovilístico en la UE. Este precio está formado por los costes de

extracción, de refinamiento del petróleo y de distribución del carburante, y por los distintos impuestos que recaen sobre el mismo (IVA y accisas). Salvo los impuestos, los demás componentes citados no determinan diferencias sustanciales en los precios de estos bienes. Por contra, la fiscalidad constituye tanto el elemento con mayor peso en el precio como el principal causante en la variación del precio entre ambos bienes. Asimismo, Rietveld y Van Wondeberg, (2005) concluyen que la fiscalidad la causa fundamental de la heterogeneidad en los precios tanto de la gasolina como del diesel entre los EE.MM. En las Figuras 6 y 7, además de confirmarse las afirmaciones anteriores, se observa como la fiscalidad sobre la gasolina es en la mayoría de países superior a la correspondiente al diesel.

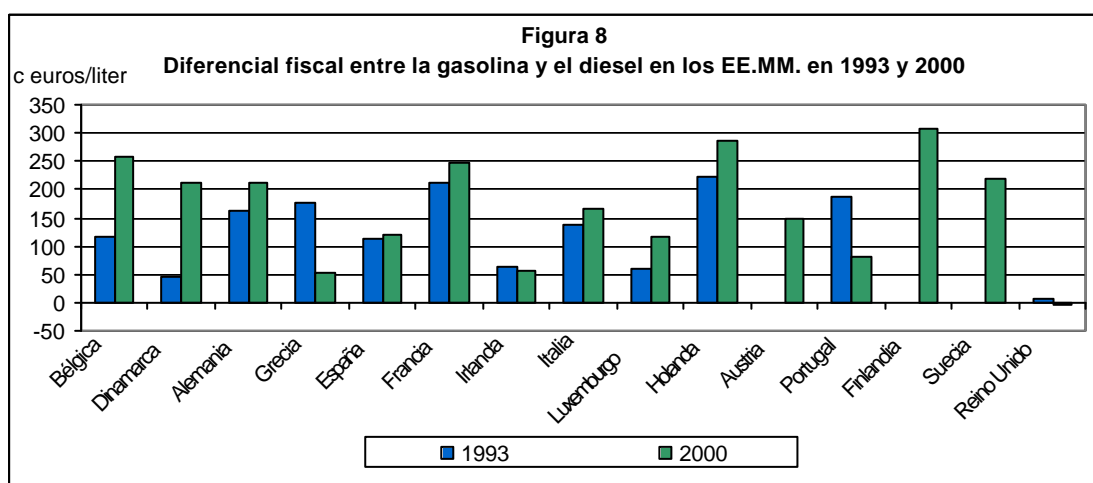


Fuente: Boletín Estadístico de Hidrocarburos (2006).



Fuente: Boletín Estadístico de Hidrocarburos (2006).

Finalmente, en la Figura 8 donde se representa el diferencial impositivo entre la gasolina y el diesel en los EE.MM. en 1993 y 2000, se pone de relieve como el tratamiento fiscal favorable al gasóleo se ha intensificado en los años 90, salvo en Grecia y Reino Unido. El análisis conjunto de las Figuras 2 y 8 confirma *a priori* que esta medida fiscal ha podido influir positivamente en el incremento de vehículos diesel. Así, en aquellos países comunitarios donde el diferencial fiscal disminuyó (Irlanda y Grecia), las matriculaciones de automóviles de gasóleo se redujeron, mientras que en los países donde el diferencial se ha ampliado la cuota de matriculaciones de vehículos diesel (los demás Estados miembros) aumentó. En este mismo sentido, a partir de la información presentada se concluye que el tratamiento fiscal preferencial al diesel ha dado lugar indirectamente al incremento del consumo de este bien energético a causa del aumento de la compra de este tipo de vehículos. De hecho, en Irlanda y Portugal donde el diferencial fiscal se redujo, el consumo de diesel se mantuvo estable. No obstante, como se afirmó en la introducción, esta medida fiscal no explica por sí misma este fenómeno. Así, por ejemplo, en Italia el tratamiento fiscal se intensificó en los años noventa, y sin embargo, el incremento de vehículos diesel no fue acompañado del aumento en el consumo de este carburante.



Fuente: Eurostat (2006).

* No existe información para el año 1993 en los casos de Austria, Finlandia y Suecia.

3. ANÁLISIS EMPÍRICO DE LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA DIESELIZACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO.

3.1. Especificación del modelo

En la literatura económica son frecuentes los estudios que proponen la utilización de un sistema de ecuaciones integrado por la demanda de carburantes y el stock de vehículos, tanto desde una perspectiva micro como macro (véase, entre otros, Wasserfallen y Güntensperger, 1988; Kayser, 2000). En este trabajo se plantea también un modelo formado por dos ecuaciones: demanda de gasóleo de automoción y demanda de automóviles diesel. La elección de este modelo responde a que el principal objetivo de esta investigación consiste en el análisis de los factores que han determinado la dieselización del parque automovilístico, haciendo especial hincapié en la fiscalidad. En este sentido, este fenómeno se pone de relieve, como señalamos anteriormente, tanto en la matriculación de vehículos de motor diesel como en el consumo de gasóleo de automoción. Asimismo, el carácter simultáneo del modelo es consecuencia de que la demanda de gasóleo depende de la elección del vehículo, pues los automóviles que disponen de motor diesel no pueden funcionar con gasolina y viceversa. Por consiguiente, sus precios determinan y son determinados por las decisiones adoptadas en la primera etapa.

La elección de un vehículo diesel es una decisión en la que influyen diversos factores socio-económicos y tecnológicos. En primer lugar, los principales costes derivados de un automóvil de estas características, que se pueden clasificar en coste de adquisición y de uso. Respecto a los primeros, el precio de este tipo de vehículos sin impuestos en cada EE.MM. es uno de los elementos fundamentales, sin embargo la indisponibilidad de datos no permitió su incorporación al modelo. Por otra parte, basándonos en la mayor convergencia en el precio de este bien a causa del mercado único y el hecho de que las diferencias en su precio entre los socios comunitarios sean reducidas planteamos incluir un variable que recogiera el precio medio de los vehículos en la UE, pero de nuevo la no disponibilidad de información lo impidió (ACEA, 2006). Al mismo tiempo, los impuestos sobre matriculación tienen actualmente gran

protagonismo dentro de los costes de adquisición, pues la UE está planteando la eliminación de esta figura impositiva un futuro próximo (véase, Comisión Europea, 2005). En este sentido, el tratamiento fiscal preferencial a la adquisición de vehículos diesel frente a los de gasolina es otro de los factores que pueden determinar el fenómeno analizado. Sin embargo, como en los casos anteriores, la indisponibilidad de datos supuso su no inclusión en este estudio (véanse, entre otros, Pritchard y De Boer, 1995; Beck y Benhett, 2003).

Por lo que respecta a los costes de uso, éstos abarcan desde los derivados del consumo de carburante hasta los costes de reparación del motor, la durabilidad de este... En este estudio nos limitamos al análisis de los costes asociados al consumo de carburante, y en particular, a su componente fiscal, pues desafortunadamente no disponemos de información sobre las otras variables. Además, como señalamos en la introducción, según ACEA (2005), este es junto con la eficiencia en el consumo del carburante, el determinante fundamental de la dieselización. En este sentido, la adquisición de un vehículo diesel está incentivada por el diferencial entre el precio de la gasolina frente al precio del diesel, originado básicamente por la fiscalidad. En esta investigación el tratamiento fiscal favorable al diesel frente a la gasolina es expresado como la diferencia entre la fiscalidad sobre la gasolina y la existente sobre el gasóleo en relación a la fiscalidad del diesel. Dado que este diferencial conlleva que el coste de uso de un vehículo diesel sea menor que el de uno de gasolina, adoptamos la hipótesis de que esta variable afecta positivamente a la demanda de vehículos diesel.

En segundo lugar, la eficiencia en el consumo de carburante de estos automóviles favorece la adquisición de vehículos diesel al consumir menos carburante por kilómetro. Aproximadamente un vehículo con este tipo de motor es un 35% más eficiente económicamente que uno de gasolina (véase, Belhaj, 2002). Para incorporar esta variable en la especificación de la demanda de vehículo diesel seguimos el procedimiento propuesto por Button *et al.* (1993), consistente en incorporar una tendencia de carácter anual. Simultáneamente, consideramos que esta tendencia refleja los avances tecnológicos que han

introducido constantes mejoras en los motores de gasóleo para vehículos de turismo y transporte de pasajeros y mercancías no sólo en términos de eficiencia, sino también de ruido y prestaciones (véase, Zervas, 2006).

Otro factor que puede dar lugar al incremento de la demanda de este tipo de automóviles es el precio del crudo importado puede conllevar el incremento de matriculaciones de este tipo de vehículos. Esta hipótesis se deriva de que los automóviles diesel son más eficientes en el consumo de carburante, y en consecuencia, dado que el aumento del precio del petróleo se traduce en el incremento del precio del carburante, los conductores optarán un automóvil diesel frente a uno de gasolina.

En cuarto lugar, la renta de los consumidores, que *a priori* influirá positivamente en las matriculaciones de automóviles. Por último, las características geográficas, sociales, institucionales y de infraestructuras de cada país, no observables directamente, que influyen en las preferencias de los conductores de cada EE.MM. por un vehículo diesel, son incorporadas mediante variables dummies (véase, entre otros, Hsiao, 1986; Wooldridge, 2002)². Estos efectos individuales contribuirán a explicar el distinto ritmo de la dieselización del parque automovilístico en los países europeos. Así, por ejemplo, aquellos países con mayores zonas rurales podrían presentar un mayor porcentaje de vehículos diesel en tanto que estos automóviles son especialmente adecuados para las largas distancias.

La demanda de gasóleo de automoción es una demanda derivada del stock de automóviles y de su tasa de uso (Reza y Shapiro, 1979). La utilización del automóvil dependerá fundamentalmente del precio del carburante y de la renta del individuo. En este trabajo en lugar del precio se emplea la fiscalidad sobre el diesel, dado que es su principal componente y además, constituye uno de los objetivos de esta investigación. Cabe destacar que, a diferencia de la demanda de vehículos donde incluimos el diferencial fiscal entre ambos carburantes, en

² La no disponibilidad del precio medio de un vehículo diesel en cada EE.MM. en el periodo analizado ha imposibilitado su incorporación al modelo.

la demanda de carburantes incorporamos exclusivamente la fiscalidad sobre el diesel. Este procedimiento responde a que el diesel y la gasolina no son carburantes sustitutivos en tanto que cada automóvil sólo puede funcionar con uno de ellos en función de su motor. Por tanto, su diferencial puede afectar a la adquisición de un vehículo, pero no a su uso. De acuerdo con la teoría del consumidor adoptamos la hipótesis de que el precio afectará negativamente a la demanda de gasóleo, mientras la renta tendrá un efecto positivo.

Otra cuestión a considerar en la especificación de la ecuación de la demanda de gasóleo es su carácter dinámico, incorporado con el objeto de superar el supuesto poco realista de los modelos estáticos donde los conductores logran un ajuste inmediato y completo ante variaciones en los precios y en la renta. De hecho, el hábito tiene una gran relevancia en el consumo de diesel en tanto que éste está condicionado a la propiedad de un bien duradero, un vehículo con este tipo de motor, cuyo coste ha de ser amortizado mediante su uso (véase, Baker *et al.*, 1989). Para ello, el hábito se incorpora en el modelo mediante el retardo de la variable endógena. Dado que anteriormente afirmamos que la demanda de carburante está determinada por el stock de vehículos y por su tasa de uso, el hábito se puede considerar que influye en la demanda de este bien a través del uso del vehículo, pero simultáneamente puede hacer referencia indirecta al stock de vehículos del periodo anterior. Así, se podría afirmar que el stock de vehículos está representado por el retardo del consumo y por las nuevas matriculaciones³.

Además, la densidad de población también puede influir en el consumo de carburante, aunque no está claro en qué sentido. Por un lado, puede afectar negativamente a la demanda de gasóleo de automoción, pues podría interpretarse como una señal de la existencia de transporte público que es un sustitutivo al transporte privado (Storchman, 2005). Por otra parte, podría considerarse como reflejo de un mayor número de posibles usuarios de cada vehículo, y por consiguiente, estar relacionado positivamente con el consumo de carburante.

³ Sería más correcto incluir además los automóviles desguazados, pero esta información no está disponible.

Al igual que en la demanda de vehículos diesel, incorporamos el precio del crudo importado en la especificación de la demanda de gasóleo de automoción. Aunque, en este caso esta variable incide negativamente en la demanda de carburante. El motivo reside en que el precio del petróleo es uno de los componentes del precio del gasóleo. Finalmente, y por los mismos motivos que sostuvimos previamente al describir los factores determinantes de la demanda de vehículos, incluimos variables dummies para cada país (véase, Hsiao, 1986; Baltagi, 2005).

Teniendo en cuenta los factores que determinan la demanda de vehículos de gasóleo de automoción y la demanda de este combustible, y adoptando la forma funcional *log-log* utilizada en gran número de estudios en este campo (Dahl y Sterner, 1990; Banfi *et al.*, 2005; entre otros), el modelo propuesto es el siguiente:

$$lV_{it} = \mathbf{b}_1 lD_{it} + \mathbf{b}_2 lY_{it} + \mathbf{b}_3 lEF_t + \mathbf{b}_4 lPP_t + \sum_{i=1}^n \mathbf{m}_i + u_{it} \quad (1)$$

$$lQ_{it} = \mathbf{b}_1 lT_{it} + \mathbf{b}_2 lY_{it} + \mathbf{b}_3 lQ_{it-1} + \mathbf{b}_4 lV_{it} + \mathbf{b}_5 lDE_{it} + \mathbf{b}_6 lPP_t + \sum_{i=1}^n \mathbf{m}_i + u_{it} \quad (2)$$

donde los subíndices *i* y *t* se identifican respectivamente con el Estado miembro y con el año, *V* es la matriculación de vehículos diesel *per capita* (ACEA, 2004), *D* es el diferencial entre la fiscalidad sobre la gasolina y la fiscalidad sobre el gasóleo en relación a la fiscalidad sobre el gasóleo en términos reales (Eurostat, 2006; OCDE, 2006), *Y* es la renta *per capita* en términos reales (Eurostat, 2006, OCDE, 2007), *DE* es la densidad de población (Eurostat, 2006), *EF* es la eficiencia energética, *Q* es el consumo de diesel *per capita* (AEAT, 2004), *T* es la fiscalidad sobre el gasóleo en términos reales (Eurostat, 2006; OCDE, 2007), *PP* es el precio del crudo importado en términos reales (AEAT, 2004, OCDE, 2004), *Q_{it-1}* es el retardo del consumo de diesel *per capita* (AEAT, 2004), *m_i* es la variable dummy correspondiente a cada país europeo y *u* es el término de error.

El periodo temporal del estudio son los años correspondientes al periodo 1990-2000 y el marco espacial son los EE.MM. de la UE-15 (vease, Tabla 1).

Tabla 1
Descripción de las variables

Variable	Undades	Media	Desviación típica
Q	Consumo de diesel <i>per capita</i>	litros p.c.	461.630
V	Matriculaciones de vehículos diesel <i>per capita</i>	Vehículos p.c.	8.534
Q_{-1}	Consumo de diesel <i>per capita</i> retardado un periodo	litros p.c.	450.420
T	Fiscalidad sobre el diesel	€/10 ³ litros	4.334
D	Diferencial fiscal entre diesel y gasolina	€/10 ³ litros	0.438
Y	Renta <i>per capita</i>	10 ³ € p.c	21.666
DE	Densidad de población	Población/km ²	156.408
PP	Precio del crudo importado	€/barril	0.191
Ef	Eficiencia energética	Dummy	1
\mathbf{II}	Efectos individuales de los EE.MM.	Dummy	0

3.2. Estimación del modelo y resultados econométricos

El modelo propuesto consiste en un sistema de ecuaciones simultáneas: la demanda de vehículos de diesel y la demanda de gasóleo de automoción. Este carácter simultáneo que se refleja, asimismo, en que una de las variables endógenas de las ecuaciones (1) y (2), la matriculación de vehículos, está en la parte derecha de la ecuación ha supuesto que la estimación se desarrolle utilizando Mínimos Cuadrados Trietápicos (MC3E) (véase, entre otros, Kennedy, 2003; Green, 1997).

Antes de realizar las estimaciones, es preciso considerar una cuestión econométrica que podría derivar en que los parámetros fueran inconsistentes y sesgados, la existencia de efectos individuales e inobservables característicos de cada país, que pueden influir en la demanda de carburantes y de automóviles. Para abordar este problema hemos incluido una variable dummy para cada EE.MM., que hemos asumido no varía en el tiempo (vease, Wooldridge, 2002; Storchman, 2005).

La Tabla 2 contiene los resultados derivados de la estimación conjunta de la demanda de vehículos y de la demanda de gasóleo de automoción, de donde podemos extraer las siguientes conclusiones.

En la estimación de la demanda de vehículos la mayoría de las variables, salvo los efectos individuales y la renta, resultan significativas y sus coeficientes presentan el signo esperado. El signo positivo de la variable D indica que el tratamiento fiscal favorable al diesel estimula la adquisición de vehículos de este tipo. En concreto, el incremento en 1% de este diferencial conlleva un aumento del 0.217% en la matriculación de vehículos de gasóleo. Por otra parte, la renta afecta positivamente a la matriculación de vehículos, aunque no resulta significativa. De este modo, se confirma nuestra hipótesis inicial y los resultados existentes en la literatura (Train, 1986; Hugo Wall School, 1995; Pritchard y De Boer, 1995). Por otra parte, y como era previsible, la eficiencia en el consumo está relacionada positivamente con la demanda de vehículos diesel. Cabe destacar su magnitud, pues es la variable que afecta en mayor medida a la demanda de vehículos, duplicando el efecto del diferencial impositivo. El coeficiente estimado del precio del crudo importado es positivo, como habíamos supuesto. La interpretación de este resultado supone que ante el crecimiento del precio del petróleo que se traslada a los precios de ambos carburantes, los conductores preferirán un vehículo diesel por ser más eficiente en el consumo de carburante.

Por lo que respecta a la demanda de gasóleo de automoción, podemos observar en las Columnas IV y V que depende de la mayoría de las variables socio-económicas y de las características propias inobservables de cada país incluidas en la ecuación (2), pues todas las variables resultan significativas, salvo la renta. Esta variable no resulta significativa al igual que en los trabajos de Banaszak (1999) y Belhaj (200). Asimismo, todas las variables influyen en la demanda de este bien energético en la dirección esperada. Así, se ha verificado el carácter dinámico del consumo de este carburante, pues el retardo de la variable endógena es significativo y presenta un signo positivo. En concreto, el coeficiente de la variable Q_{-1} indica que si el retardo aumenta en un 1%, la demanda de gasóleo de automoción se elevará en un 0.71%. Por otra parte, los impuestos sobre el diesel reducen, como cabía esperar, la demanda de este bien. Del mismo modo, el precio del crudo importado, que es otro de los componentes del

precio del gasóleo, esta relacionado negativamente con su demanda. En particular, el incremento en un 1% de la fiscalidad sobre el diesel conlleva la disminución en 0.18% de la demanda de gasóleo, mientras que si nos refiriéramos al precio del crudo la reducción sería del 0.03%. Otra variable que contribuye a explicar positivamente la demanda de carburante es la matriculación de vehículos, si bien su magnitud es menor que la correspondiente al hábito y a la fiscalidad. Finalmente, el coeficiente estimado de *DE* es positivo. La interpretación de este resultado podría estar relacionada, como afirmamos anteriormente, con ser una señal de un mayor número de usuarios potenciales del vehículo.

Cabe destacar que algunos de estos resultados son muy similares a los obtenidos en el trabajo de Belhaj (2002). Este autor desarrolló un estudio sobre la dieselización en Marruecos en el periodo 1970-1996 también con un modelo de ecuaciones simultáneas estimado con MC3E. En concreto, concluyó que en la ecuación de la demanda de vehículos diesel el coeficiente de la variable endógena era 0.74, el del precio del diesel era de -0.15 y el correspondiente a la matriculación era 0.01, mientras que nuestros resultados son, respectivamente, 0.71, -0.18 y 0.06.

Tabla 2
Estimación de la demanda de vehículos diesel y de gasóleo de automoción mediante 3SLS

	Demanda de vehículos diesel		Demanda de gasóleo de automoción	
	Coefficiente	<i>p</i> -valor	Coefficiente	<i>p</i> -valor
<i>D</i>	0.2176**	0.085		
<i>DE</i>			1.500***	0.004
<i>Y</i>	0.2079	0.659	-0.0659	0.403
<i>Q</i> ₁			0.7176****	0.000
<i>T</i>			-0.1823****	0.000
<i>V</i>			0.0661****	0.000
<i>EF</i>	0.5283***	0.001		
<i>PP</i>	0.2373*	0.130	-0.0376**	0.056
Bélgica	0.6298	0.674	-6.705***	0.017
Dinamarca	-2.312	0.143	-4.994***	0.030
Alemania	-0.3401	0.823	-6.164***	0.019
Grecia	-3.944****	0.001	-4.607***	0.032
España	-	-	-	-
Francia	0.4230	0.779	-4.999***	0.025
Irlanda	-0.2778	0.834	-4.013***	0.003
Italia	-0.4593	0.745	-5.914***	0.020
Luxemburgo	1.043	0.542	-5.242***	0.030
Holanda	-0.6996	0.644	-7.191***	0.016
Austria	0.6065	0.689	-4.842***	0.026
Portugal	-0.8972	0.445	-5.18***	0.024
Finlandia	-1.3217	0.383	-2.191**	0.089
Suecia	-1.9584	0.206	-2.532**	0.072
Reino Unido	0.3812	0.762	-6.308***	0.018

Notas: **** significativo al 99%, ***significativo al 95%, **significativo al 90%, *significativo al 85%

Desde hace más de tres décadas ha existido un gran debate en la literatura sobre la elasticidad-precio de la demanda de carburantes a causa de su intensa variabilidad que puede estar ocasionada por diversas causas: el tipo de datos empleado, el marco temporal y espacial utilizado, el modelo propuesto y/o el método estimación implementado (Dahl, 1982). La especificación *log-log* permite interpretar los coeficientes de las variables como elasticidades constantes, y por consiguiente, realizar una serie de comentarios al respecto.

En este trabajo la elasticidad-precio a corto plazo obtenida es de -0.18, mientras que la elasticidad a largo plazo, que se ha calculado dividiendo el valor de la elasticidad a corto plazo por uno menos el coeficiente del retardo de la variable endógena, ha tomado el valor de -0.64⁴. En consecuencia, como cabía esperar, la elasticidad es mayor en el largo que en el corto plazo. Esto significa que los conductores en el largo plazo pueden responder en mayor medida a las modificaciones en el precio del carburante (véase, Sipes y Mendelshon, 2001). Por último, es oportuno poner de relieve que las elasticidades-precio de la demanda de gasóleo, calculadas tanto en el corto como en el largo plazo, están dentro del rango de variación de otros trabajos (véase, entre otros, Lin *et al.*, 1985; Berndt y Botero, 1985; Espey, 1998; Chandrasiri, 2006). En concreto, la elasticidad-precio medio de la demanda de carburantes calculada en el survey de Dahl y Sterner (1991) es, respectivamente, en el corto y en el largo plazo de -0.26 y -0.86. Más recientemente, los resultados de Belhaj (2002) son muy similares a los obtenidos en esta investigación, pues este autor concluyó que la elasticidad-precio de la demanda de gasóleo de automoción en el corto plazo toma el valor de -0.15, mientras que en el largo plazo es de -0.57.

4. CONCLUSIONES

El principal objetivo de este trabajo ha sido analizar los factores que han determinado la dieselización del parque automovilístico en los EE.MM. de la UE en los años noventa, haciendo especial referencia a la fiscalidad. Con esta finalidad se ha estimado de forma conjunta mediante

⁴ El precio lo identificamos con el impuesto.

MC3E un modelo de dos ecuaciones simultáneas: demanda de gasóleo de automoción y demanda de automóviles de motor diesel.

A la luz de los resultados obtenidos en esta investigación podemos afirmar lo siguiente. En primer lugar, por lo que respecta al protagonismo de la fiscalidad en este fenómeno, se ha verificado empíricamente que el tratamiento fiscal preferencial al gasóleo de automoción frente a la gasolina ha contribuido a la demanda de vehículos diesel, mientras que los impuestos sobre el gasóleo han incidido negativamente en la demanda de este carburante. Segundo, se ha confirmado el papel de la eficiencia en el consumo de carburante en la elección de vehículos diesel y el carácter dinámico de la demanda de gasóleo. Tercero, el precio del crudo importado contribuye positivamente a la demanda de vehículos con motor diesel, pero simultáneamente conlleva la reducción del consumo de este carburante. Finalmente, la elasticidad-precio de la demanda de este bien energético obtenida tanto a corto como a largo plazo se encuentra dentro del rango de variación existente en la literatura.

En cuanto al diseño de políticas públicas se concluye que, a pesar de la reducida elasticidad-precio de la demanda de gasóleo de automoción, los incentivos fiscales correctamente diseñados pueden ser efectivos. Es decir, en este trabajo se ha verificado empíricamente que la fiscalidad sobre este bien afecta negativamente a su consumo, mientras que el tratamiento fiscal favorable a este carburante ha incidido positivamente en el incremento de matriculaciones de vehículos diesel. En el contexto actual de preocupación por el cambio climático, y en particular, por las emisiones de CO₂ derivadas del sector transporte, esta conclusión se presenta especialmente oportuna.

BIBLIOGRAFÍA

AASNESS, J. Y LARSEN, E.R. (2002): "Distributional and environmental effects of taxes on transportation". Discussion Papers, No.321, Statics Norway, Research Department.

ACEA (2005): "Why diesel?", Bruselas.

ACEA (2005): New PC Registrations in W. Europe, ACEA, Bruselas.

- ALVES, D.C.O. Y BUENO, R.D.L. (2003): "Short-run, long-run and cross elasticities of gasoline demand in Brazil". *Energy Economics*, nº 25, pp.191-199.
- BAKER, P., BLUNDELL, R. Y MICKLEWRIGHT, J. (1989): "Modelling household energy expenditures using micro-data". *The Economic Journal*, nº 99, pp. 720-738.
- BALTAGI, B. Y GRIFFIN, J. (1983): "Gasoline demand in the OCDE. An application of pooling and testing procedures". *European Economic Review*, nº 22, pp. 117-137.
- BANFI, S., FILIPPINI, M. Y CHUNT, L. (2005): "Fuel tourism in border regions: The case of Switzerland". *Energy Economics*, nº 27, 5, pp. 689-707.
- BECK, J.H. Y BENNET, R.W. (2003): "Taxation, license fees, and new car registrations". *Public Finance Review*, nº 31, 5, pp. 487-509.
- BELHAJ, M. (2002): "Vehicle and fuel demand in Morocco". *Energy Policy*, nº 30, pp. 1163-1171.
- BERNDT, E.R. Y BOTERO, G. (1985): "Energy demand in the transportation sector of Mexico". *Journal of Development Economics*, nº 3, pp. 219-238.
- BUTTON, K.J., NGOE, N. y J. HINE (1993): "Modelling vehicle ownership and use in low income countries", *Journal of Transport Economics and Policy*, 23, 1, pp. 51-66.
- BUTTON, K.J. (1993): *Transport, the Environment and Economic Policy*, USA.
- CHANDRASIRI, S. (2006): "Demand for road-fuel in a small developing economy: The case of Sri Lanka". *Energy Policy*, nº 34, pp.1833-1840.
- COMISIÓN EUROPEA (2002): Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, "Aplicación de la estrategia comunitaria a la reducción de las emisiones de CO₂ de los vehículos automóviles, Tercer informe anual sobre la eficiencia de la estrategia, avances tecnológicos y cambios en el mercado", COM (2002) 693 final.
- COMISIÓN EUROPEA (2005): *Propuesta de Directiva del Consejo sobre los impuestos aplicables a los automóviles de turismo*, COM (2005) 261 final.
- DAHL, C.A. (1986): "Gasoline demand survey". *The Energy Journal*, nº 7, pp. 67-82.
- DAHL, C.A. Y STERNER, T. (1990): "The pricing of and the demand for gasoline. A survey of models", Memorandum 132, Göteborg University, Sweden.

- DAHL, C. y STERNER, T. (1991): "Analyzing gasoline demand elasticities: a survey", *Energy Economics*, nº 13, pp. 203-210.
- ESKELAND, G.S. Y FEYZIOGLU, T.N. (1997): "Is demand for polluting goods manageable? An econometric study of car ownership and use in Mexico". *Journal of Development Economics*, nº 53, pp. 423-455.
- ESPEY, M. (1998): "Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities". *Energy Economics*, nº 20, 3, pp. 273-295.
- GOODWIN, P. (1992): "A review of new demand elasticities with especial reference to short and long run effects of price changes". *Journal of Transport Economics and Policy*, nº 26, pp. 155-163.
- GREEN, W. (1997): *Econometric analysis*, Prentice –Hall International.
- HSIAO, C. (1986): *Analysis of panel data*. Cambridge Univ. Press, New York, NY.
- HUGO WALL SCHOOL OF URBAN AND PUBLIC AFFAIRS (1995): *The property tax on motor vehicles in Kansas: a description and an analysis*. Wichita, KS: Wichita State University.
- Leicester, A. (2005): "Fuel taxation ", *Briefing Note nº 55, The Institute for Fiscal Studies*.
- KAYSER, H.A. (2000): "Gasoline demand and car choice: estimating gasoline demand using household information". *Energy Economics*, nº 22, pp. 331-348.
- KENNEDY, P. (2003): *A guide to econometrics*, Blackwell Publishing, USA.
- LIN, A-I., BOTSAS, E.N. Y MONROE, S.A. (1985): "State gasoline consumption in the USA, an econometric analysis". *Energy Economics*, nº 7, 1, pp. 29-36.
- MAYERES, I. (2002): "Taxes and transport externalities", Working Papers Series nº 2002-11, Catholic University of Leuven.
- MONAHAM, P. Y D. FRIEDMAN (2004): "The dilemma diesel", *Union of Concerned Scientists, Citizens and Scientists for Environmental Solutions*, Cambridge.
- PRITCHARD, T. Y DEBOER, L. (1995): "The effect of taxes and insurance cost on automobile registrations in the United States". *Public Finance Quarterly*, nº 23, pp. 283-304.
- REZA, A.M. Y SPIRO, M.H. (1979): "The demand for passenger car transport services and for gasoline", *Journal of Transport Economics and Policy*, September, pp. 304-319.

- ROMM, J. (2006): "The car and fuel of the future". *Energy Policy*, nº 34, pp. 2609-2614.
- SIPES, K. Y MENDELSON, R. (2001): "The effectiveness of gasoline taxation to manage air pollution". *Ecological Economics*, nº 36, pp. 299-309.
- SMITH, Z. (2000): "The petrol tax debate", *The Institute for Fiscal Studies*, Briefing Note nº 8.
- SMITH, S. (1995a): "Taxation and Transport", en *Environmental taxes and charges*, Kluwer law International, The Netherlands, pp. 55-63.
- SMITH, S. (1995b): "*Green*" taxes and the charges: policy and practice in Britain and Germany. The Institute for Fiscal Studies, London.
- STORCHMANN, K. (2005): "Long-run gasoline demand for passenger cars: the role of income distribution". *Energy Economics*, nº 27, pp. 25-58.
- SULLIVAN, J.L., BAKER, R.E., BOYER, B.A., HAMMERLE, R.H., KENNEY, T.E., MUNIZ, L. Y WALLINGTON, T.J. (2004): "CO₂ emission benefit of diesel (versus gasoline) powered vehicles". *Environmental Science and Technology*, nº 38 (12), pp. 3217-3223. United Nations, 1992. United Nations Framework
- WASERFALLEN, N. Y GÜNTENSPERG, H. (1988): "Gasoline consumption and the stock of motor vehicles, an empirical analysis for the swiss economy". *Energy Economics*, nº 10 (4), pp. 276-282.
- WEIZSÄCKER, E. Y JESINGHAUS, J. (1992): *Ecological Tax Reform*, Zed Books Ltd., London.
- WOOLDRIDGE, J.M. (2002): *Econometric analysis of Cross Section and Panel Data*, The Mit Press, England.
- WOOLDRIDGE, J.M. (2001): *Introducción a la econometría, un enfoque moderno*, Thomson Learning, Mexico.
- ZERVAS, E. (2006): "CO₂ benefit from the increasing percentage of diesel passenger cars. Case of Ireland". *Energy Policy*, nº 34, 17, 2848-2857.