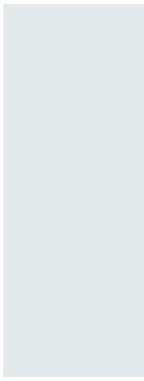


economics for energy



Un metaanálisis sobre la elasticidad precio de la demanda de energía en España y la UE

Xavier Labandeira ^{a,b,c}, José M. Labeaga ^d, Xiral López ^{c,*}

^a Rede, Universidade de Vigo, Facultade de CC.EE., Campus As Lagoas s/n, 36310 Vigo

^b FSR Climate, European University Institute, Via Boccaccio 121, 50133 Florencia, Italia

^c Economics for Energy, Gran Vía 3, 3E, 36204 Vigo

^d Departamento de Análisis Económico II, UNED, Senda del Rey 11, 28040 Madrid

Resumen

Los importantes cambios vividos en los mercados energéticos durante los últimos años y la creciente relevancia de las políticas energética y climática en la Unión Europea y, dentro de ella en España, hacen necesario poder anticipar el comportamiento de la demanda de energía ante variaciones en su precio, tanto a corto como a largo plazo. En este contexto, existe una abundante literatura empírica que evalúa la reacción de la demanda de energía ante variaciones en sus precios, pero el empleo de distintos tipos de modelos, datos o técnicas de estimación ha provocado que el rango de elasticidades estimadas sea muy amplio. Por ello, este trabajo pretende resumir cuantitativamente la evidencia empírica existente sobre las elasticidades precio de la energía en España y la UE mediante un metaanálisis que permita identificar los principales factores que afectan a los resultados obtenidos. El análisis se realiza tanto para la energía en general como para los principales productos energéticos (electricidad, gas natural, gasolina, diésel y gasóleo de calefacción).

* Autor de contacto (xiral@uvigo.es)

Los autores agradecen la financiación de los proyectos ECO2012-39553-C04-01 (Labeaga), ECO2013-41183-P (Labandeira) y de la Cátedra FENOSA en la Universidade de Vigo. Los errores y omisiones son, sin embargo, de su única responsabilidad.

1. Introducción

La energía es un elemento fundamental para el desarrollo económico y social. Desde tiempos remotos el ser humano ha utilizado distintas fuentes de energía para realizar sus actividades y, a medida que los avances tecnológicos han ido permitiendo el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía, el consumo energético se ha ido incrementando. De este modo, en la actualidad la energía permite la producción de bienes y servicios tanto en empresas y organismos públicos como en los hogares (iluminación, agua caliente, calefacción, frío, alimentos elaborados, etc.), siendo un elemento clave para el bienestar de los individuos, lo que provoca que las modificaciones de sus precios (relacionados o no con la aplicación de políticas públicas) sean muy relevantes en términos socio-económicos.

En la Unión Europea (UE), la política energética es una de las más importantes y está constituida por un conjunto de medidas destinadas a alcanzar un mercado energético integrado, la seguridad de suministro y la sostenibilidad del sector. Entre los retos a los que se enfrenta destacan el cambio climático, los lentos progresos en la eficiencia energética, los desafíos asociados a la creciente importancia de las energías renovables, la dependencia de las importaciones, la diversificación limitada o los riesgos de seguridad en los países productores (Parlamento Europeo, 2016). La fuerte dependencia energética que tiene España (72,9% en 2014 frente al 53,4% en el conjunto de la UE, Eurostat, 2016) la hace más vulnerable a los shocks de precios exógenos.

En este contexto, es necesario conocer el comportamiento de la demanda de energía ante variaciones en su precio, tanto para poder anticipar adecuadamente los impactos económicos, ambientales y distributivos asociados como para la planificación de la oferta energética. El interés en estos asuntos se ha visto reforzado en los últimos años por, entre otros, las fuertes variaciones experimentadas por los precios de los productos energéticos, la progresiva desregulación de los sectores energéticos en muchos países, o las políticas de corrección de los crecientes daños ambientales causados por la energía (entre los que destaca el cambio climático).

Por ello, aunque ya en la década de los 50 del siglo pasado empezaron a aparecer trabajos académicos tratando de estimar la elasticidad precio de la demanda de energía, esto es, la reacción de la demanda del producto energético considerado ante una variación en su precio, es a partir de los años 90 cuando esta literatura se hace más compleja y sofisticada, empleando distintas metodologías, tipos de datos, períodos temporales o países (véase Dahl, 2012 o Madlener, 1996). Esta proliferación de estudios ha provocado que en la actualidad exista un amplio rango de estimaciones de las elasticidades precio de la demanda de energía, lo que hace aconsejable el empleo de alguna metodología que ayude a reducir dicha dispersión y, de este modo, facilite la comprensión de la reacción de los agentes ante cambios en los precios de la energía. En el caso español, si bien la literatura académica que estima elasticidades precio de la demanda de energía es aún muy escasa, ha ido aumentando en los últimos años y también muestra bastante dispersión en sus resultados.

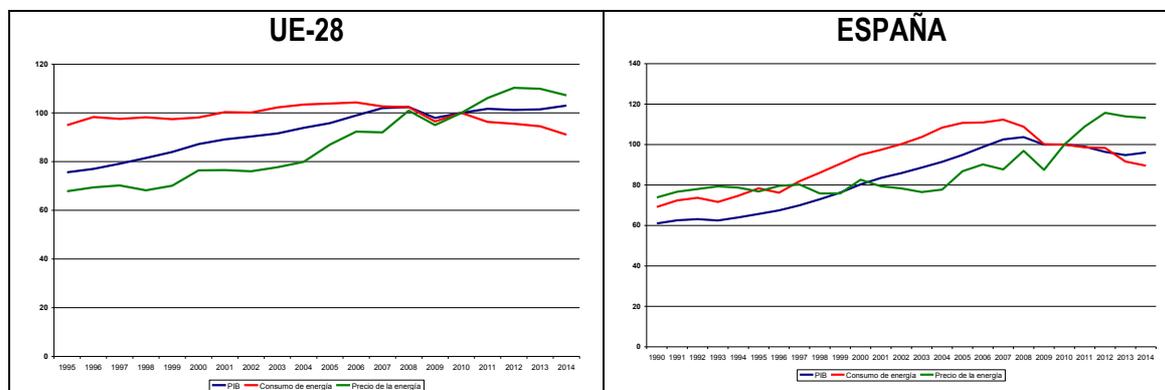
Por tanto, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis estadístico del conjunto de resultados obtenidos en los estudios individuales sobre demanda de energía en España y la UE, con la finalidad de integrar sus resultados, lo que se conoce como metaanálisis (ver Labandeira et al., 2015). Para ello el artículo se estructura en seis apartados, incluyendo esta introducción. En el segundo apartado se introduce la relación entre la demanda y los precios de la energía para, a continuación, presentar la metodología empleada en el trabajo y sus aplicaciones en la literatura. En el cuarto apartado se presenta el análisis realizado, identificando además los factores que influyen sobre la estimación de las elasticidades en los estudios considerados, mientras que en el quinto se muestran los resultados obtenidos. Por último, el artículo finaliza con un apartado que concluye y apunta algunas implicaciones de interés.

2. La demanda y los precios de la energía en España y la UE

En la Figura 1 se recoge la evolución en los últimos años de la demanda y los precios de la energía, así como del PIB, en España y la UE. Se puede observar que la demanda de energía en la UE ha permanecido bastante estable en las últimas dos décadas, experimentando una caída a partir de la crisis económica. En el caso español la demanda de energía ha seguido un patrón similar al del PIB, aunque con un incremento mayor durante buena parte de la década de los noventa y principios de este siglo, y una caída más acusada desde el inicio de la crisis

económica. Sin embargo, aunque parece existir una cierta reacción de la demanda de energía a variaciones en sus precios, la relación no es tan clara.

Figura 1. PIB, consumo y precios de energía en la UE y España (2010=100)



Fuente: IEA (1999;2016) y Eurostat

En estas circunstancias, en las últimas décadas han ido apareciendo en la literatura académica (aunque de forma limitada en el caso español) una serie de trabajos que tratan de determinar la magnitud de la respuesta de la demanda de energía ante variaciones en sus precios. Así, en la Tabla 1 se resumen de las elasticidades que se han estimado en España y la UE para los distintos productos energéticos. Destaca la gran amplitud del rango de elasticidades estimadas, tanto a corto como a largo plazo, lo que revela la conveniencia de resumir la evidencia existente en un único valor, mediante una metodología que identifique los factores más importantes que influyen en los resultados de la evidencia empírica con el fin de tratar de encontrar valores medios representativos, en unos casos, y reconciliar la evidencia, en otros.

Tabla 1. Elasticidades de la demanda de energía en España y la UE en la literatura

Producto Energético	Rango de Elasticidades	
	Corto Plazo	Largo Plazo
UE		
Energía	[-0,50; 0]	[-1,25; -0,07]
Electricidad	[-0,80; 0,27]	[-4,20; 0,60]
Gas Natural	[-0,92; 0,28]	[-3,17; 1,84]
Gasolina	[-1,75; -0,02]	[-22,00; -0,12]
Diésel	[-1,07; -0,03]	[-5,84; -0,25]
Carburantes	[-0,67; -0,05]	[-0,96; -0,12]
Gasóleo Calefacción	[-1,87; -0,11]	[-0,26; 0,32]
España		
Energía	-	[-0,81; -0,09]
Electricidad	[-0,78; 0,01]	[-0,72; -0,19]
Gas Natural	[-0,18; 0,18]	[-1,09; 1,18]
Gasolina	[-1,02; -0,04]	[-1,08; -0,15]
Diésel	[-1,07; -0,03]	[-5,84; -0,26]
Carburantes	[-0,08; -0,06]	[-0,47; -0,33]
Gasóleo Calefacción	-0,27	-

Fuente: Elaboración propia

3. Metaanálisis

El metaanálisis es el análisis de los estudios empíricos que intentan integrar y explicar la literatura existente sobre un determinado parámetro importante (Stanley y Jarrell, 1989). Un metaanálisis puede ayudar a ordenar el caos que normalmente existe al comparar los resultados de distintas investigaciones sobre cuestiones similares y, de este modo, ayudar a sintetizar los resultados de estudios distintos pero semejantes, permitiendo explicar las diferencias entre los resultados de los trabajos individuales en base a las hipótesis subyacentes, estándares de diseño y/o mediciones (Wolf, 1986; Brower et al., 1999). Aunque los metaanálisis tienen una larga historia en las ciencias naturales, se empezaron a aplicar en el ámbito de las ciencias sociales en la década de los 70 del siglo pasado (Glass, 1976). En el ámbito de la economía hubo que esperar hasta principios de la década de los noventa, si bien desde entonces se han llevado a cabo cientos de aplicaciones, de los cuales alrededor de un tercio corresponden al área de economía ambiental y de los recursos (Nelson y Kennedy, 2009).

En el caso de las elasticidades precio de la energía, los metaanálisis son más bien escasos, y centrados casi exclusivamente en los carburantes de automoción, como se puede observar en la Tabla 2. La primera aportación se la debemos a Espey (1996), que lleva a cabo un metaanálisis de las elasticidades precio y renta en los estudios de demanda de gasolina en Estados Unidos. Dos años después el mismo autor extiende su trabajo en Espey (1998), utilizando un conjunto de estudios de demanda de gasolina en todo el mundo y distinguiendo entre elasticidades a corto o medio plazo y elasticidades a largo plazo. Posteriormente, dos informes sobre la magnitud de las elasticidades del transporte por carretera en el Reino Unido (Hanly et al., 2002, y Graham y Glaister, 2002) también incluyeron un metaanálisis de las elasticidades precio de la demanda de carburantes, mientras que Espey y Espey (2004) extendieron el análisis a otro producto energético (la electricidad). Más recientemente, destacan Brons et al. (2008) y Havranek et al. (2012), centrados en la gasolina pero que incorporan innovaciones en las metodologías empleadas para el análisis, así como Labandeira et al. (2015) que extienden el análisis a los principales productos energéticos (electricidad, gas natural, gasolina, diésel y gasóleo de calefacción), obteniendo además una estimación de la elasticidad precio de la demanda de energía considerada en su conjunto. Los resultados de estos estudios revelan una elasticidad precio de la energía entre -0,76 y -0,09 en el corto plazo, mientras que a largo plazo se sitúa entre -1,16 y -0,31, mostrando una cierta tendencia a reducirse en el tiempo (en valor absoluto),

lo que podría estar relacionado con mejoras en la eficiencia energética (que hacen a los consumidores menos sensibles a los precios) así como con presencia de efectos renta. En este sentido, Fouquet (2014) considera que las elasticidades precio siguen una evolución en forma de U a medida que la economía se desarrolla, si bien factores como el consumo de mayores niveles de servicios energéticos, la entrada en el mercado de servicios energéticos de nuevos segmentos de población (generalmente más pobres) o los cambios en la calidad de los servicios energéticos pueden afectar a dicha evolución.

Tabla 2. Metaanálisis existentes sobre la elasticidad precio de la demanda de energía

Estudio	Período temporal	Nº de artículos considerados	Nº de observaciones	Producto energético	Elasticidades
Espey (1996)	1936-1990	41	70	Gasolina	-0,65 (LP)
Espey (1998)	1929-1993	101	640	Gasolina	-0,16 (CP) -0,81 (LP)
Hanly et al. (2002)	1929-1991	69	491	Carburantes	-0,76 (CP) -1,16 (LP) -0,54 (est)
Graham y Glaister (2002)	1966-2000	113	600	Carburantes	-0,25 (CP) -0,77 (LP)
Espey y Espey (2004)	1947-1997	36	248	Electricidad	-0,35 (CP) -0,85 (LP)
Brons et al. (2008)	1949-2003	43	312	Gasolina	-0,36 (CP) -0,81 (LP)
Havranek et al. (2012)	1974-2011	41	202	Gasolina	-0,09 (CP) -0,31 (LP)
Labandeira et al. (2015)	1990-2014	416	1942	Energía Electricidad Gas Natural Gasolina Diésel Gasóleo calefacción	-0,22 (CP) -0,65 (LP) -0,21 (CP) -0,69 (LP) -0,22 (CP) -0,85 (LP) -0,23 (CP) -0,72 (LP) -0,20 (CP) -0,60 (LP) -0,26 (CP) -0,76 (LP)

Fuente: Brons et al. (2008) y elaboración propia a partir de la literatura citada

Nota: CP, corto plazo; LP, largo plazo, est es el resultado con un metaanálisis que utiliza solo los trabajos que emplean modelos estáticos.

4. Análisis de las elasticidades precio en la UE y España

Con el fin de realizar el análisis hemos recopilado 102 artículos, publicados entre 1990 y 2016, que estudian la reacción de la demanda de productos energéticos ante variaciones en sus precios en la UE, con un total de 598 elasticidades estimadas, de las que 305 son a corto plazo y 293 a largo plazo. De estos artículos, 24 contienen estimaciones para España, con 84 elasticidades estimadas (50 a corto plazo y 34 a largo plazo). Para evitar que los valores extremos de las elasticidades estimadas (generalmente resultado de tamaños muestrales pequeños y no estadísticamente significativos) afecten a los resultados de nuestro análisis, hemos excluido el 5% de la muestra (el 2,5% de valores menores y el 2,5% de los valores más grandes).

En la Tabla 3 se recoge un resumen estadístico de estas elasticidades una vez seleccionada la muestra eliminando los valores extremos, con un rango para el caso de la UE en su conjunto, entre -0,78 y 0,11 y una media de -0,18 en el corto plazo, mientras que las elasticidades a largo plazo están entre -1,62 y 0,22. En el caso español, el rango de elasticidades estimadas es ligeramente menor.

Tabla 3. Estadísticos de las elasticidades precio de la demanda de energía

Variable	Observaciones	Media	Mediana	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Elasticidad a CP UE	290	-0,182	-0,138	0,170	-0,783	0,109
Elasticidad a LP UE	277	-0,466	-0,370	0,339	-1,621	0,218
Elasticidad a CP España	46	-0,188	-0,142	0,160	-0,783	0,01
Elasticidad a CP España	29	-0,510	-0,404	0,292	-1,094	-0,09

Nota: CP, corto plazo; LP, largo plazo

El ajuste de la elasticidad media se realiza mediante un sencillo análisis de regresión lineal en la que la variable dependiente corresponde con los valores de las elasticidades extraídas del conjunto referido de trabajos. Como estamos separando la UE y España y el corto y largo plazos, ajustamos cuatro regresiones cuyo tamaño muestral corresponde a la segunda columna de la Tabla 3. Entre las variables explicativas consideramos los factores que explican las diferencias entre los resultados obtenidos en los distintos trabajos (lo que podríamos denotar como atributos

de cada trabajo). Distinguimos entre elasticidades a corto y a largo plazo por la relevancia y habitual diferencia entre ambos valores de la elasticidad precio, pero también para seguir lo que se ha hecho en la literatura y poder realizar comparaciones. Como atributos incluimos una serie de indicadores que tratan de recoger las distintas fuentes de heterogeneidad. Siguiendo a Labandeira et al. (2015), se identifican ocho factores principales que se recogen en la Tabla 4:

1. *Producto energético*. El comportamiento de los agentes puede ser muy distinto en función del tipo de producto energético considerado, por lo que distinguimos entre estudios que estiman la demanda de cada uno de los principales productos energéticos (electricidad, gas natural, gasolina, diésel y gasóleo de calefacción) y estudios que consideran la demanda de energía en general.

2. *Tipo de modelo*. Los primeros artículos que estimaban la demanda de energía (y la mayoría de los actuales) empleaban datos agregados, utilizando técnicas de series temporales y, en muchas ocasiones, métodos de cointegración o modelos de corrección del error. Sin embargo, el uso de datos agregados supone asumir la presencia de un agente representativo, supuesto complicado en presencia de tanta heterogeneidad individual entre los consumidores como se observa en la realidad. Emplear datos a nivel microeconómico de hogares y/o empresas ayuda a solventar estos inconvenientes. Dentro de estos modelos micro, una alternativa consiste en estimar directamente la demanda de energía mediante técnicas econométricas estándar, pero también se puede tener en cuenta la influencia sobre la demanda de energía de la decisión discreta de compra de bienes duraderos que consumen energía, mediante un modelo secuencial continuo-discreto en el que los agentes primero deciden sobre la adquisición de bienes duraderos que consumen energía y, posteriormente y condicionados por esa decisión, eligen cuánta energía consumir. Finalmente, si bien la mayoría de los estudios ajustan la demanda de energía mediante modelos econométricos uniecuacionales, esta metodología no permite estimar efectos precio cruzados entre distintos productos energéticos o en relación a productos no energéticos, lo que puede dar lugar a sesgos en las elasticidades estimadas, por lo que como alternativa se pueden utilizar sistemas completos de demanda.

3. *Tipo de datos*. Distinguimos entre artículos que emplean datos de series temporales, artículos con datos de sección cruzada y trabajos elaborados a partir de datos de panel.

4. *Tipo de consumidor.* Los distintos tipos de consumidores emplean la energía para distintas finalidades, lo que provoca que el efecto de los precios sobre dicha demanda pueda ser muy diferente. De este modo distinguimos entre estudios que estiman la demanda de energía total, residencial, industrial y comercial.

5. *Período muestral.* Dado que el ciclo económico tiene una influencia importante sobre el consumo energético y, en particular, las crisis económicas habitualmente provocan modificaciones en el mismo (debido a cambios hacia combustibles más económicos, mejoras en la eficiencia energética, restricciones de recursos disponibles o ajustes de otro tipo) hemos diferenciado entre estudios cuyo período muestral se encuentra (en su mayoría) antes o después de las crisis de 1973, 1979 y 2008.

6. *Método de estimación.* La técnica empleada para estimar el modelo también puede afectar a los resultados obtenidos, por lo que distinguimos entre tres grandes categorías de métodos de estimación: métodos de mínimos cuadrados, métodos de variables instrumentales y otro tipo de metodologías (véase Wooldridge, 2002, para una descripción detallada).

7. *Tipo de país.* Dado que la demanda de energía puede ser muy diferente en función del país analizado, distinguimos entre países exportadores netos de energía y países importadores netos de energía.

8. *Tipo de publicación.* Finalmente distinguimos entre artículos publicados en revistas y que han estado sometidos a un proceso de revisión y trabajos publicados en otros formatos (libros, documentos de trabajo, informes, etc.).

5. Resultados

La Tabla 5 muestra las elasticidades de la energía obtenidas tras la estimación del modelo de regresión, tanto para la UE como para España, y distinguiendo entre el corto y el largo plazo. Observamos que la elasticidad precio de la demanda de energía en la UE es, en media, -0,262 en el corto plazo y -0,754 en el largo plazo. En el caso de España, esta elasticidad es muy similar a corto plazo, mientras que en el largo plazo es ligeramente superior. Esto podría estar relacionado con el nivel de renta en España, inferior la media de la UE, así como con mejoras en

la eficiencia energética (en las que España se encuentra por debajo de la media europea)¹ que permiten reducir la exposición de los agentes a variaciones en los precios o que se compensan a través de efectos de la renta.

Tabla 4. Factores considerados en la estimación de las elasticidades

Factores considerados	Número de observaciones		Elasticidad media			
			Corto plazo		Largo plazo	
	UE	España	UE	España	UE	España
Producto energético						
Energía	113	3	-0,152	-	-0,535	-0,569
Electricidad	130	18	-0,172	-0,221	-0,294	-0,445
Gas natural	95	3	-0,152	-0,115	-0,435	-1,094
Gasolina	143	30	-0,217	-0,231	-0,562	-0,531
Diésel	29	16	-0,177	-0,097	-0,405	-0,430
Carburantes	51	4	-0,212	-0,069	-0,412	-0,402
Gasóleo de calefacción	6	1	-0,198	-0,273	-0,264	-
Tipo de modelo						
Modelo agregado	353	54	-0,151	-0,170	-0,433	-0,464
Modelo agregado con cointegración o ARDL	111	2	-0,162	-0,010	-0,359	-0,340
Modelo completo de demanda	72	10	-0,276	-0,320	-0,690	-0,606
Modelo micro	25	6	-0,379	-0,177	-0,908	-0,908
Modelo continuo-discreto	6	3	-0,268	-0,197	-0,479	-
Tipo de datos						
Sección cruzada	45	9	-0,318	-0,262	-0,792	-0,859
Series temporales	379	14	-0,161	-0,235	-0,419	-0,625
Panel	143	52	-0,214	-0,171	-0,402	-0,358
Tipo de consumidor						
Residencial	284	50	-0,175	-0,169	-0,472	-0,434
Industrial	82	1	-0,156	-0,031	-0,430	-
Comercial	5	-	-0,120	-	-0,208	-
Total	196	24	-0,204	-0,237	-0,483	-0,677
Período muestral						
Pre-1973	43	2	-0,246	-0,140	-0,641	-0,300
Post-1973	524	73	-0,177	-0,189	-0,451	-0,517
Pre-1979	158	6	-0,179	-0,207	-0,580	-0,553
Post-1979	409	69	-0,184	-0,187	-0,421	-0,505
Pre-2008	549	58	-0,184	-0,197	-0,466	-0,520
Post-2008	18	17	-0,145	-0,155	-0,477	-0,477
Método de estimación						
Métodos de mínimos cuadrados	329	44	-0,191	-0,170	-0,432	-0,534
Métodos de variables instrumentales	95	25	-0,210	-0,214	-0,469	-0,364
Otros	143	6	-0,113	-0,213	-0,518	-0,701
Tipo publicación						
Revista científica con revisión	450	38	-0,193	-0,227	-0,502	-0,650
Otro	117	37	-0,139	-0,137	-0,340	-0,411

¹ En el período 2000-2013 la eficiencia energética aumentó en media un 1,2% anual en la UE, mientras que en España este incremento estuvo por debajo del 0,7% anual (Eichhammer y Lapillonne, 2016).

Tabla 5. Elasticidades medias en la literatura empírica

	UE	España
Corto plazo		
Energía	-0,262	-0,251
Electricidad	-0,215	-0,203
Gas Natural	-0,255	-0,242
Gasolina	-0,265	-0,253
Diésel	-0,212	-0,201
Gasóleo calefacción	-0,156	-0,141
Largo plazo		
Energía	-0,754	-0,865
Electricidad	-0,600	-0,705
Gas Natural	-0,777	-0,897
Gasolina	-0,789	-0,900
Diésel	-0,639	-0,739
Gasóleo calefacción	-0,606	-

Nota: Todas las elasticidades son estadísticamente significativas al 1%.

Si nos fijamos en los distintos productos energéticos tanto a nivel de España como de la UE, vemos que a corto plazo la gasolina es el producto más sensible a precios, siendo el gasóleo de calefacción el menos sensible. La gasolina mantiene una mayor reacción a precios en el largo plazo, siendo la demanda de electricidad la que se ve menos afectada por variaciones en los precios. En cualquier caso, las elasticidades de los distintos productos energéticos se encuentran todas dentro de un rango relativamente reducido.

Entre los factores que influyen sobre las elasticidades estimadas,² en el corto plazo destaca el empleo de datos anteriores o posteriores a la crisis del petróleo de 1973. Así, se observa que, a partir de esta crisis, y debido a los cambios en el comportamiento energético de los agentes, se produce una reducción significativa en la elasticidad de la demanda de energía a corto plazo. Otro factor importante es el tipo de modelo empleado para realizar el estudio, observándose que la utilización de modelos con datos microeconómicos da lugar a elasticidades estimadas significativamente mayores (en valor absoluto) que las obtenidas mediante modelos agregados. En principio podría parecer que la utilización de modelos microeconómicos, que incluyen una serie de variables demográficas y socioeconómicas, debería dar lugar a efectos precio más reducidos, sin embargo, la ausencia de un consumidor representativo o la estimación conjunta de efectos en los márgenes extensivo e intensivo podrían estar detrás de este resultado. Finalmente, el método de estimación también está afectando a los resultados a corto plazo, de modo que emplear variables instrumentales conduce a valores de la elasticidad

² En el Anexo I se incluyen los resultados completos de las estimaciones.

significativamente mayores (en valor absoluto) que los modelos estimados por mínimos cuadrados, ocurriendo lo contrario en el caso de los trabajos que emplean otros métodos de estimación.

Con respecto al largo plazo, vemos que las elasticidades precio son significativamente menores a partir de la crisis del petróleo de 1979, seguramente como resultado de las inversiones y cambios de comportamiento de los agentes derivados del fuerte incremento en el precio de los productos energéticos. Otros factores importantes son el tipo de datos empleados, con los trabajos que utilizan datos de sección cruzada estimando elasticidades significativamente mayores en valor absoluto, y el tipo de modelo, donde se observa que los modelos de cointegración proporcionan también elasticidades significativamente mayores.

Si comparamos los resultados de este metaanálisis con los existentes en la literatura (véase Tabla 2), las elasticidades de la energía son superiores a las obtenidas por Labandeira et al. (2015) con una aproximación similar pero a nivel global, especialmente en el largo plazo, lo que muestra las mayores posibilidades existentes en la UE (y en particular en España) para lograr reducciones de la demanda de energía a largo plazo mediante políticas de precios. Por productos energéticos se observa que las elasticidades de los carburantes se encuentran dentro del rango de la literatura, mientras que las elasticidades de gas natural y electricidad son similares a las de Labandeira et al. (2015), siendo las elasticidades de la electricidad más pequeñas que las reportadas por Espey y Espey (2004), lo que puede estar relacionado con el período muestral utilizado.

6. Conclusiones

En este trabajo se lleva a cabo un metaanálisis de la literatura existente sobre elasticidades precio de la demanda de energía en España y la UE, con la finalidad de conocer el impacto que a corto y largo plazo tendrán las variaciones en los precios, tanto exógenas como inducidas por políticas públicas, sobre el consumo de energía y otras variables asociadas. De este modo, los resultados de este trabajo permiten anticipar, y por tanto informar adecuadamente, los efectos de políticas energéticas, fiscales y/o ambientales que afecten a los precios de la energía. En este sentido, los resultados muestran una elasticidad precio de la demanda de energía a corto plazo de -0,26 para la UE y de -0,25 para España, con rangos muy similares para los distintos

productos energéticos (-0,27 y -0,16 para la UE, mientras que para España se sitúan entre -0,25 y -0,14). A largo plazo, estas elasticidades son de -0,75 y -0,87, respectivamente, con rangos más amplios y diferentes para los distintos productos energéticos (entre -0,78 y -0,60 en la UE y entre -0,90 y -0,71 para España).

Los principales factores que afectan a las elasticidades estimadas en la literatura son, en el corto plazo, el período muestral, el tipo de modelo y el método de estimación. Así, los resultados indican que los trabajos que emplean datos posteriores a la crisis del petróleo de 1973 dan lugar a elasticidades significativamente menores en valor absoluto que cuando se trabaja con datos anteriores a esa fecha, mientras que son significativamente mayores cuando se trabaja con modelos microeconómicos en relación a los resultados con modelos agregados. Asimismo, las elasticidades estimadas por mínimos cuadrados son menores en valor absoluto que las que se obtienen por variables instrumentales pero mayores que las estimadas con otras metodologías. Con respecto a las elasticidades a largo plazo, los factores más importantes son el período muestral, el tipo de datos y el tipo de modelo, de modo que los trabajos que emplean datos de sección cruzada o modelos de cointegración dan lugar a elasticidades significativamente mayores en valor absoluto, mientras que cuando se utilizan datos posteriores a la crisis del petróleo de 1979 las elasticidades son significativamente menores.

Por tanto, se puede concluir que existe una cierta reacción de los agentes ante variaciones en los precios de los productos energéticos, reacción que es bastante similar entre los distintos productos energéticos y mayor a largo que a corto plazo. La respuesta de los agentes en el corto plazo es muy similar en España y en la UE en su conjunto, mientras que la demanda de energía a largo plazo es más sensible a los precios en España, lo que puede estar reflejando un efecto renta, así como el progreso más lento de España en mejorar la eficiencia energética. De este modo, las políticas públicas destinadas a influir sobre los precios de la energía tendrán un impacto similar en España y en la UE a corto plazo, pero a largo plazo tendrán un efecto mayor sobre la demanda de energía en España.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que los valores obtenidos de las elasticidades no son muy elevados, de manera que el incremento de los precios de la energía (exógeno o causado por la aplicación de políticas públicas) dará lugar, *ceteris paribus*, a una reducción menos que proporcional en la demanda tanto a corto como a largo plazo. Por tanto, las políticas energéticas, fiscales o ambientales orientadas exclusivamente a influir sobre los precios de la energía tendrán

un alcance limitado y deberán complementarse con otro tipo de políticas (información, incentivos, regulaciones, etc.) si pretenden alcanzar objetivos ambiciosos de reducción de la demanda de energía.

Por último, si distinguimos entre productos energéticos, observamos que tanto a corto como a largo plazo la gasolina es el producto energético más sensible a variaciones en los precios y, por tanto, las políticas destinadas a influir sobre los precios de la energía serán más efectivas si se aplican sobre este producto energético. Por el contrario, el gasóleo de calefacción a corto plazo y la electricidad a largo plazo son los productos energéticos menos sensibles a precios. Asimismo, los resultados muestran que las sucesivas crisis del petróleo han influido sobre el comportamiento de los agentes, haciendo que adopten medidas que les permiten reducir su exposición a las variaciones en los precios de la energía, de modo que tras las crisis se reduce la sensibilidad de los agentes ante cambios en dichos precios.

Referencias

- Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E., Rietveld, P., 2008. A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. A SUR approach. *Energy Economics*, 30, 2105-2122.
- Brouwer, R., Langford, I.H., Bateman, I.J., Turner, R.K., 1999. A meta-analysis of wetland contingent valuation studies. *Regional Environmental Change*, 1, 47-57.
- Dahl, C.A., 2012. Measuring global gasoline and diesel price and income elasticities. *Energy Policy*, 41, 2-13.
- Eichhammer, W., Lapillonne, B., 2015. Monitoring of energy efficiency trends and policies in the EU. ODYSSEE-MURE project. Disponible en:
<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/synthesis-energy-efficiency-trends-policies.pdf>
- Espey, J.A., Espey, M., 2004. Turning on the lights: a meta-analysis of residential electricity demand elasticities. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36, 65-81.
- Espey, M., 1998. Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities. *Energy Economics*, 20, 273-295.
- Espey, M., 1996. Explaining the variation in elasticity estimates of gasoline demand in the United States: a meta-analysis. *Energy Journal*, 17, 49-60.
- Eurostat, 2016. Energy dependency in the EU. Eurostat News Release, 28/2016. Disponible en:
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7150363/8-04022016-AP-EN.pdf/c92466d9-903e-417c-ad76-4c35678113fd>
- Fouquet, R., 2014. Long-run demand for energy services: income and price elasticities over two hundred years. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8, 186-207.
- Glass, G.V., 1976. Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5, 3-8.
- Graham, D., Glaister, S., 2002a. Review of Income and Price Elasticities in the Demand for Road Traffic. Centre for Transport Studies, Imperial College of Science, Technology and Medicine.
- Hanly, M., Dargay, J., Goodwin, P., 2002. Review of income and price elasticities in the demand for road traffic. ESRC TSU publication 2002/13, Centre for Transport Studies, University of London.
- Havranek, T., Irsova, Z., Janda, K., 2012. Demand for gasoline is more price-inelastic than commonly thought. *Energy Economics*, 34, 201-207.
- IEA, 2016. Energy Prices and Taxes. Quarterly statistics, second quarter 2016. International Energy Agency, Paris.
- IEA, 1999. Energy Prices and Taxes. Quarterly statistics, first quarter 1999. International Energy Agency, Paris.

Labandeira, X., Labeaga, J.M., López, X., 2015. A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. Economics for Energy WP 04/2015.

Madlener, R., 1996. Econometric analysis of residential energy demand: a survey. Journal of Energy Literature, 2, 3-32.

Nelson, J.P., Kennedy, P.E., 2009. The use (and abuse) of meta-analysis in environmental and natural resource economics: an assessment. Environmental Resource Economics, 42, 345-377.

Parlamento Europeo, 2016. La Política Energética. Principios generales. Disponible en http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_5.7.1.pdf

Stanley, T.D., Jarrell, S.B., 1989. Meta-regression analysis: a quantitative method of literature surveys. Journal of Economic Surveys, 3, 161-170.

Wolf, F., 1986. Meta-Analysis: Quantitative Methods for Research Synthesis. Sage Publications, Newbury Park.

Wooldridge, J.M., 2002. Econometric analysis of cross section and panel data. MIT Press, Cambridge.

ANEXO I

Tabla A1. Parámetros estimados. UE

Regresor	Corto plazo	Largo plazo
Constante	-0,262***	-0,754***
Electricidad	0,048	0,154
Gas natural	0,007	-0,023
Gasolina	-0,003	-0,035
Diésel	0,050*	0,115*
Gasóleo calefacción	0,107	0,144
País exportador	0,020	0,062
Post 1973	0,083**	0,082
Post 1979	-0,025	0,224***
Post 2008	0,036	0,076
Residencial	0,058	0,018
Industrial	0,057	0,009
Comercial	0,111	0,138
Sección cruzada	0,004	-0,293**
Series temporales	0,004	0,116
Modelo de cointegración	-0,056*	-0,117**
Modelo completo de demanda	-0,174***	-0,067
Modelo micro	-0,281***	-0,356
Modelo continuo-discreto	-0,189**	-0,127
Otro tipo de publicación	0,018	0,029
Variables instrumentales	-0,050*	-0,011
Otros métodos de estimación	0,054*	0,001
Test de significatividad conjunta	F (21,268)=4,77 (p-valor=0,000)	F (21,255)=5,13 (p-valor=0,000)
R²	0,272	0,297

Nota: ***Significativo al 1%, ** al 5%, y * al 10%.

Tabla A2. Parámetros estimados. España

Regresor	Corto Plazo	Largo plazo
Constante	-0,271***	-0,725***
España	0,019	-0,140*
Electricidad	0,048	0,159**
Gas natural	0,010	-0,032
Gasolina	-0,002	-0,036
Diésel	0,050*	0,125**
Gasóleo calefacción	0,110	0,097
País exportador	0,022	0,055
Post 1973	0,083**	0,086
Post 1979	-0,025	0,232***
Post 2008	0,028	0,160
Residencial	0,059	0,015
Industrial	0,060	-0,013
Comercial	0,112	0,132
Sección cruzada	-0,001	-0,339***
Serie temporales	0,011	0,093
Modelo de cointegración	-0,054*	-0,133**
Modelo completo de demanda	-0,175***	-0,045
Modelo micro	-0,278***	-0,301
Modelo continuo-discreto	-0,192**	-0,177
Otro tipo de publicación	0,014	0,042
Variables instrumentales	-0,050*	-0,012
Otros métodos de estimación	0,054*	-0,006
Test de significatividad conjunta	F (22,267)=4,56 (p-valor=0,000)	F (22,254)=5,11 (p-valor=0,000)
R²	0,273	0,307

Nota: ***Significativo al 1%, ** al 5%, y * al 10%.

ANEXO II

Trabajos incluidos en el metaanálisis

- Agnolucci, P., 2009. The energy demand in the British and German industrial sectors: Heterogeneity and common factors. *Energy Economics*, 31, 175-187.
- Agostini, P., Botteon, M., Carraro, C., 1992. A carbon tax to reduce CO₂ emissions in Europe. *Energy Economics*, 14, 279-290.
- Ajanovic, A., Haas, R., 2012. The role of efficiency improvements vs. price effects for modeling passenger car transport demand and energy demand. Lessons from European countries. *Energy Policy*, 41, 36-46.
- Al-Rabbaie, A., Hunt, L., 2006. OECD energy demand: modelling underlying energy demand trends using the structural time series model. *Surrey Energy Economics Discussion paper Series*, 114. Surrey Energy Economics Centre, University of Surrey.
- Allen, C., Urga, G., 1999. Interrelated factor demands from dynamic cost functions: an application to the non-energy business sector of the UK economy. *Economica*, 66, 403-413.
- Andersen, T.B., Nilsen, O.B., Tveteras, R., 2011. How is demand for natural gas determined across European industrial sectors? *Energy Policy*, 39, 5499-5508.
- Asche, F., Nilsen, O., Tveteras, R., 2008. Natural gas demand in the European household sector. *Energy Journal*, 29, 27-46.
- Asensio, J., Gómez-Lobo, A., Matas, A., 2014. How effective are policies to reduce gasoline consumption? Evaluating a set of measures in Spain. *Energy Economics*, 42, 34-42.
- Azevedo, I.M., Morgan, M.G., Lave, L., 2011. Residential and regional electricity consumption in the U.S. and EU: how much will higher prices reduce CO₂ emissions? *Electricity Journal*, 24, 21-29.
- Baker, P., Blundell, R., 1991. The microeconomic approach to modelling energy demand: some results for UK households. *Oxford Review of Economic Policy*, 7, 54-76.
- Bakhat, M., Labeaga, J.M., Labandeira, X., López-Otero, X., 2013. Economic crisis and elasticities of car fuels: evidence for Spain. *WP FA15/2013, Economics for Energy*.
- Bakhat, M., Rosselló, J., 2013. Evaluating a seasonal fuel tax in a mass tourism destination: a case study for the Balearic Islands. *Energy Economics*, 38, 12-18.
- Baltagi, B.H., Bresson, G., Griffin, J.M., Pirotte, A., 2003. Homogeneous, heterogeneous or shrinkage estimators? Some empirical evidence from French regional gasoline consumption. *Empirical Economics*, 28, 795-811.
- Baltagi, B.H., Griffin, J.M., 1997. Pooled estimators vs. their heterogeneous counterparts in the context of dynamic demand for gasoline. *Journal of Econometrics*, 77, 303-327.
- Banfi, S., Filippini M., Hunt, L., 2005. Fuel tourism in border regions: the case of Switzerland. *Energy Economics*, 27, 689-707.
- Banks, J., Blundell, R., Lewbel, A., 1997. Quadratic Engel curves and consumer demand. *Review of Economics and Statistics*, 79, 527-539.
- Bentzen, J., 1994. An empirical analysis of gasoline demand in Denmark using cointegration techniques. *Energy Economics*, 16, 139-143.
- Bentzen, J., Engsted, T., 2001. A revival of the autoregressive distributed lag model in estimating energy demand relationships. *Energy*, 26, 45-55.
- Bentzen, J., Engsted, T., 1993. Short- and long-run elasticities in energy demand: A cointegration approach. *Energy Economics*, 15, 9-16.

- Berkhout, P., Ferrer-Carbonell, A., Muskens, J., 2004. The ex post impact of an energy tax on household energy demand. *Energy Economics*, 26, 297-317.
- Bernstein, R., Madlener, R., 2011a. Responsiveness of residential electricity demand in OECD countries: A panel cointegration and causality analysis. FCN Working Paper, 8/2011.
- Bernstein, R., Madlener, R., 2011b. Residential natural gas demand elasticities in OECD countries: An ARDL bounds testing approach. FCN Working Paper, 15/2011.
- Bernstein, R., Madlener, R., 2010. Short- and long-run electricity demand elasticities at the subsectoral level: A cointegration analysis for German manufacturing industries. FCN Working Paper, 19/2010.
- Beznoska, M., 2014. Estimating a consumer demand system of energy, mobility and leisure: A microdata approach for Germany. Discussion Paper, School of Business & Economics: Economics, 2014/8, Freie Universität Berlin.
- Bianco, V., Manca, O., Nardini, S., 2009. Electricity consumption forecasting in Italy using linear regression models. *Energy*, 34, 1413-1421.
- Bianco, V., Scarpa, F., Tagliafico, L.A., 2014. Scenario analysis of nonresidential natural gas consumption in Italy. *Applied Energy*, 113, 392-403.
- Bigerna, S., Bollino, C.A., 2014. Electricity demand in wholesale Italian market. *Energy Journal*, 35, 25-46.
- Bjørner, T., Jensen, H., 2002a. Energy taxes, voluntary agreements and investment subsidies. A micro-panel analysis of the effect on Danish industrial companies' energy demand. *Resource and Energy Economics*, 24, 229-249.
- Bjørner, T., Jensen, H., 2002b. Inter-fuel substitution within industrial companies: An analysis based on panel data at company level. *Energy Journal*, 23, 27-50.
- Bjørner, T., Togeby, M., Jensen, H., 2001. Industrial companies' demand for electricity: Evidence from a micropanel. *Energy Economics*, 23, 595-617.
- Blázquez, L., Boogen, N., Filippini, M., 2013a. Residential electricity demand in Spain: new empirical evidence using aggregate data. *Energy Economics*, 36, 648-657.
- Blázquez, L., Filippini, M., Heimsch, F., 2013b. Regional impact of changes in disposable income on Spanish electricity demand: A spatial econometric analysis. *Energy Economics*, 40, S58-S66.
- Blundell, R., Robin, J.M., 1999. Estimation in large and disaggregated demand systems: An estimator for conditionally linear systems. *Journal of Applied Econometrics*, 14, 209-232.
- Borges, A.M., Pereira, A.M., 1992. Energy demand in Portuguese manufacturing: A two-stage model. *Energy*, 17, 61-77.
- Brännlund, R., 2013. The effects on energy saving from taxes on motor fuels: The Swedish case. CERE Working Paper, 06-2013.
- Brännlund, R., Ghalwash, T., Nordström, J., 2007. Increased energy efficiency and the rebound effect: Effects on consumption and emissions. *Energy Economics*, 29, 1-17.
- Brenton, P., 1997. Estimates of the demand for energy using cross-country consumption data. *Applied Economics*, 29, 851-859.
- Broadstock, D.C., Collins, A., Hunt, L.C., 2011. Transportation oil demand, consumer preferences and asymmetric prices. *Journal of Economic Studies*, 38, 528-536.
- Chitnis, M., Hunt, L.C., 2012. What drives the change in UK household energy expenditure and associated CO₂ emissions? Implication and forecast to 2020. *Applied Energy*, 94, 202-214.
- Christodoulakis, N.M., Kalyvitis, S.C., 1997. The demand for energy in Greece: Assessing the effects of the Community Support Framework 1994-1999. *Energy Economics*, 19, 393-416.

- Christodoulakis, N.M., Kalyvitis, S.C., Lalas, D.P., Pesmajoglou, S., 2000. Forecasting energy consumption and energy related CO₂ emissions in Greece: An evaluation of the consequences of the Community Support Framework II and natural gas penetration. *Energy Economics*, 22, 395-422.
- Christopoulos, D., 2000. The demand for energy in Greek manufacturing. *Energy Economics*, 22, 569-586.
- Christopoulos, D., Tsionas, E., 2002. Allocative inefficiency and the capital-energy controversy. *Energy Economics*, 24, 305-318.
- Danesin, A., Linares, P., 2015. An estimation of fuel demand elasticities for Spain: An aggregated panel approach accounting for diesel share. *Journal of Transport Economics and Policy*, 49, 1-16.
- Dargay, J., 1992. The irreversible effects of high oil prices: Empirical evidence for the demand for motor fuels in France, Germany, and the U.K. In Hawdon, D. (ed.), *Energy Demand: Evidence and Expectations*. Surrey University Press, New York.
- Di Cosmo, V., Hyland, M., 2013. Carbon tax scenarios and their effects on the Irish energy sector. *Energy Policy*, 59, 404-414.
- Dicembrino, C., Trovato, G., 2013. Structural breaks, price and income elasticity and forecast of the monthly Italian electricity demand. 10th International Conference on the European Energy Market.
- Dimitropoulos, J., Hunt, L., Judge, G., 2005. Estimating underlying energy demand trends using UK annual data. *Applied Economics Letters*, 12, 239-244.
- Dodgson, J.S., Millward, R., Ward, R., 1990. The decline in residential electricity consumption in England and Wales. *Applied Economics*, 22, 59-68.
- Donatos, G.S., Mergos, G.J., 1991. Residential demand for electricity: The case of Greece. *Energy Economics*, 13, 41-47.
- Dulleck, U., Kaufmann, S., 2004. Do customer information programs reduce household electricity demand? The Irish program. *Energy Policy*, 32, 1025-1032.
- Floros, N., Vlachou, A., 2005. Energy demand and energy-related CO₂ emissions in Greek manufacturing: Assessing the impact of a carbon tax. *Energy Economics*, 27, 387-413.
- Fouquet, R., 1995. The impact of VAT introduction on UK residential energy demand. An investigation using the cointegration approach. *Energy Economics*, 17, 237-245.
- Frondel, M., Peters, J., Vance, C., 2008. Identifying the rebound: Evidence from a German household panel. *Energy Journal*, 29, 145-163.
- Frondel, M., Vance, C., 2014. More pain at the diesel pump? An econometric comparison of diesel and petrol price elasticities. *Journal of Transport Economics and Policy*, 48, 449-463.
- Frondel, M., Vance, C., 2010. Driving for fun? Comparing the effect of fuel prices on weekday and weekend fuel consumption. *Energy Economics*, 32, 102-109.
- Gálvez, P., Mariel, P., Hoyos, D., 2015. Estimating the direct rebound effect in the residential energy sector: an application in Spain, in Ansuategi, A., Delgado, J., Galarraga, I. (eds.), *Green Energy and Efficiency*. Springer, Switzerland.
- González-Marrero, R.N., Lorenzo-Alegría, R.M., Marrero, G.A., 2012. A dynamic model for road gasoline and diesel consumption: An application for Spanish regions. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2, 201-209.
- Haas, R., Biermayr, P., Zöchling, J., Auer, H., 1998. Impacts on electricity consumption of household appliances in Austria: A comparison of time series and cross-section analyses. *Energy Policy*, 26, 1031-1040.
- Haas, R., Schipper, L., 1998. Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements. *Energy Economics*, 20, 421-442.

- Hanemann, M., Labandeira, X., Labeaga, J.M., López-Otero, X., 2013. Energy demand for heating: short run and long run. WP 07/2013, Economics for Energy.
- Harvey, A.C., Marshall, P., 1991. Inter-fuel substitution, technical change and the demand for energy in the UK economy. *Applied Economics*, 23, 1077-1086.
- Henley, A., Peirson, J., 1998. Residential energy demand and the interaction of price and temperature: British experimental evidence. *Energy Economics*, 20, 157-171.
- Hondroyannis, G., 2004. Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Economics*, 26, 319-334.
- Hunt, L.C., Judge, G., Ninomiya, Y., 2003. Underlying trends and seasonality in UK energy demand: A sectoral analysis. *Energy Economics*, 25, 93-118.
- Hunt, L.C., Ninomiya, Y., 2003. Unravelling trends and seasonality: A structural time series analysis of transport oil demand in the UK and Japan. *Energy Journal*, 24, 63-96.
- Hunt, L.C., Ryan, 2014. Economic modelling of energy services: Rectifying misspecified energy demand functions. Surrey Energy Economics Discussion paper Series, 147. Surrey Energy Economics Centre, University of Surrey.
- Hunt, L.C., Witt, R., 1995. An analysis of UK energy demand using multivariate cointegration. Surrey Energy Economics Discussion paper Series, 86.
- Jones, C.T., 1996. A pooled dynamic analysis of inter-fuel substitution in industrial energy demand by the G-7 countries. *Applied Economics*, 28, 815-821.
- Labandeira, X., Labeaga, J.M., López-Otero, X., 2012. Estimation of elasticity price of electricity with incomplete information. *Energy Economics*, 34, 627-633.
- Labandeira, X., Labeaga, J., Rodríguez, M., 2006. A residential energy demand system for Spain. *Energy Journal*, 27, 87-112.
- Labandeira, X., López-Nicolás, A. 2002. La imposición de los carburantes de automoción en España: algunas observaciones técnicas y empíricas. *Hacienda Pública Española. Revista de Economía Pública*, 160, 177-210.
- Labeaga, J. M., Lopez, A., 1997. A study of petrol consumption using Spanish panel data. *Applied Economics*, 29, 795-802.
- Lampin, L.B.A., Nadaud, F., Grazi, F., Hourcade, J.C., 2013. Long-term fuel demand: Not only a matter of fuel price. *Energy Policy*, 62, 780-787.
- Lee, C.C., Chiu, Y. B., 2011. Electricity demand elasticities and temperature: Evidence from panel smooth transition regression with instrumental variable approach. *Energy Economics*, 33, 896-902.
- Leth-Petersen, s., Togeby, M., 2001. Demand for space heating in apartment blocks: Measuring effects of policy measures aiming at reducing energy consumption. *Energy Economics*, 23, 387-403.
- Lijesen, M.G., 2007. The real-time price elasticity of electricity. *Energy Economics*, 29, 249-258.
- Liu, G., 2004. Estimating energy demand elasticities for OECD countries. A dynamic panel data approach. Discussion Papers, 373, Statistics Norway, Research Department.
- Lundberg, L., 2009. An econometric analysis of the Swedish industrial electricity demand. Master thesis. Lulea University of Technology.
- Madlener, R., Alt, R., 1996. Residential energy demand analysis: An empirical application of the closure test principle. *Empirical Economics*, 21, 203-220.
- Meier, H., Rehdanz, K., 2010. Determinants of residential space heating expenditures in Great Britain. *Energy Economics*, 32, 949-959.
- Morana, C., 2000. Modelling evolving long-run relationships: an application to the Italian energy market. *Scottish Journal of Political Economy*, 47, 72-93.

- Narayan, P. K., Smyth, R., Prasad, A., 2007. Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy Policy*, 35, 4485-4494.
- Orasch, W., Wirl, F., 1997. Technological efficiency and the demand for energy (road transport). *Energy Policy*, 25, 1129-1136.
- Pock, M., 2010. Gasoline demand in Europe: New insights. *Energy Economics*, 32, 54-62.
- Polemis, M.L., 2007. Modeling industrial energy demand in Greece using cointegration techniques. *Energy Policy*, 35, 4039-4050.
- Polemis, M.L., 2006. Empirical assessment of the determinants of road energy demand in Greece. *Energy Economics*, 28, 385-403.
- Polemis, M.L., Dagoumas, A.S., 2013. The electricity consumption and economic growth nexus: Evidence from Greece. *Energy Policy*, 62, 798-808.
- Rapanos, V., Polemis, M., 2006. The structure of residential energy demand in Greece. *Energy Policy*, 34, 3137-3143.
- Rehdanz, K., 2007. Determinants of residential space heating expenditures in Germany. *Energy Economics*, 29, 167-182.
- Renou-Maissant, P., 1999. Inter-fuel competition in the industrial sector of seven OECD countries. *Energy Policy*, 27, 99-110.
- Romero-Jordán, D., del Río, P., Jorge-García, M., Burguillo, M., 2010. Price and income elasticities of demand for passenger transport fuels in Spain. Implications for public policies. *Energy Policy*, 38, 3898-3909.
- Romero-Jordán, D., del Río, P., Peñasco, C., 2016. An analysis of the welfare and distributive implications of factors influencing household electricity consumption. *Energy Policy*, 88, 361-370.
- Romero-Jordán, D., del Río, P., Peñasco, C., 2014. Household electricity demand in Spanish regions. Public policy implications. Document de treball, 2014/24, Institut d'Economia de Barcelona.
- Seale Jr., J., Walker, W.E., Kim, I.M., 1991. The demand for energy: Cross-country evidence using the Florida model. *Energy Economics*, 13, 33-40.
- Sterner, T., Dahl, C., Franzen, M., 1992. Gasoline tax policy, carbon emissions and the global environment. *Journal of Transport Economics and Policy*, 26, 109-119.
- Virley, S., 1993. The effect of fuel price increases on road transport CO₂ emissions. *Transport Policy*, 1, 43-48.
- Walker, I.O., Wirl, F., 1993. Irreversible price-induced efficiency improvements: Theory and empirical application to road transportation. *Energy Journal*, 14, 183-205.
- Wirl, F., 1991. Energy demand and consumer price expectations. An empirical investigation of the consequences from the recent oil price collapse. *Resources and Energy*, 13, 241-262.
- Wohlgemuth, N., 1997. World transport energy demand modelling. Methodology and elasticities. *Energy Policy*, 25, 1109-1119.
- Yi, F., 2000. Dynamic energy-demand models: a comparison. *Energy Economics*, 22, 285-297.
- Zachariadis, T., Pashourtidou, N., 2007. An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus. *Energy Economics*, 29, 183-198.