



Departamento de Análisis Económico y
Economía Política

**ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL
USO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN
ESPAÑA Y ANDALUCÍA**

TESIS DOCTORAL

María José Colinet Carmona

Directora: Dra. Rocío Román Collado

Sevilla, 2017

Agradecimientos

Estoy muy agradecida a mi Directora, la Profesora Rocío Román Collado. Sin su implicación, consejos y ánimo no hubiera podido llegar a culminar este trabajo. Deseo no haber agotado su paciencia y que continuemos compartiendo en el futuro muchas otras empresas.

A todas las personas que pertenecéis a la Cátedra de Economía de la Energía y el Medio Ambiente, quiero agradeceros vuestro apoyo y cariño continuo. Muy especialmente a su Director, el Profesor José Manuel Cansino Muñoz-Repiso, ya que a él le debo la idea de realizar una tesis doctoral.

Gracias, también, a esos buenos amigos y amigas que en todo momento me habéis impulsado para culminar este trabajo.

Gracias, sobre todo, a mi familia a vosotros os dedico esta tesis doctoral.

A Mario y Diego, mis hijos, que son mi modelo de tenacidad y superación.

A mi hermana y a Juanjo por su presencia continua y lealtad.

A mi madre, porque de ella heredé la energía.

A mi padre, que nunca supo de esta mi aventura

Tabla de contenido

Agradecimientos	3
Abstract	11
Key words	12
Resumen.....	13
Palabras clave.....	14
Resumen ejecutivo.....	15
Introducción	23
Bibliografía	28
Capítulo 1. Contexto energético en España y Andalucía.....	33
1.1. Introducción	33
1.2. Indicadores relevantes del comportamiento del consumo de energía en España (2000-2013)	38
1.2.1. La planificación energética en España	45
1.3. Indicadores relevantes del comportamiento del consumo de energía en Andalucía 2000-2013.....	58
1.3.1. La planificación energética en Andalucía	63
1.4. Síntesis de la situación energética de España y Andalucía entre 2000 y 2013	68
1.5. Bibliografía capítulo 1.....	70
Capítulo 2. Metodología	77
2.1. Principios del Análisis de Descomposición.....	77
2.2. Metodología SDA – Análisis de descomposición estructural	81
2.3. Metodología basada en el análisis de índice de descomposición.....	84
2.4. Bibliografía capítulo 2.....	91
Capítulo 3. ¿Es la eficiencia energética clave del desacoplamiento entre el consumo de energía y el crecimiento económico en el periodo de expansión? Una aplicación del método de Análisis de Descomposición Estructural.....	97
3.1. Introducción	97
3.2. Metodología	101
3.2.1. Análisis Input-output.....	102
3.2.3. Análisis de descomposición estructural	104
3.2.4 Determinación de los sectores clave.....	107
3.3. Datos	109

3.4. Resultados	112
3.4.1. Efectos del análisis de descomposición estructural de los cambios en el consumo de energía final en España y Andalucía.....	112
3.4.2. Efectos por fuentes energéticas del análisis de descomposición estructural del consumo de energía final en España y Andalucía	124
3.4.3 Sectores claves en relación al consumo de energía final en España y Andalucía	126
3.5. Discusión	130
3.6. Conclusiones y recomendaciones	139
3.7. Bibliografía capítulo 3.....	142
Capítulo 4. Influencia de la productividad del factor trabajo y el nivel de vida en el cambio del consumo de energía final en España y Andalucía en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I	149
4.1. Introducción	149
4.2. Metodología	154
4.2.1. Descomposición aditiva del consumo de energía sectorial y de los hogares en tres efectos.....	155
4.2.2. Descomposición aditiva ampliada del consumo de energía sectorial y de los hogares	156
4.3. Datos	161
4.4. Resultados	162
4.4.1. Análisis LMDI-I del consumo de energía final en España y Andalucía en tres efectos: intensidad, estructura y actividad.....	163
4.4.2. Análisis LMDI-I ampliado del consumo de energía final en España y Andalucía	168
4.4.3. Análisis LMDI-I multinivel del consumo de energía final en España y Andalucía ...	175
4.4.4. Análisis LMDI-I del consumo de energía final en España y Andalucía por fuentes energéticas y efectos.....	187
4.5. Discusión	190
4.6. Conclusión y recomendaciones para la política energética y económica.....	196
4.7. Bibliografía capítulo 4.....	198
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones para la política energética española y andaluza	203
ANEXOS	215
Anexo A. Relación de publicaciones y trabajos.....	216
Anexo B. Determinación de la matriz IN	218

Anexo C. Determinación del consumo de energía final debido al transporte privado de los hogares.....	242
Anexo D. Tablas capítulo 3	245
Anexo E. Expresiones para el cálculo de los efectos según método LMDI-I definición intensidad energética macroeconómica.....	268
Anexo F. Expresiones para el cálculo de los efectos según método LMDI-I definición intensidad energética física.....	270
Anexo G. Tablas capítulo 4	272
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	282
Tabla Simétrica España 2000.....	283
Tabla Simétrica España 2008.....	285
Tabla Simétrica Andalucía 2000	287
Tabla Simétrica Andalucía 2008	289

Relación de tablas

Tabla 1. 1 Medidas a desarrollar en el PFER	49
Tabla 1. 2 Medidas propuestas por el PER 2005-2010.....	51
Tabla 1. 3 Medidas establecidas en el Plan de Acción 2005-2007.....	53
Tabla 2. 1 Principales diferencias entre los métodos IDA y SDA.....	78
Tabla 2. 2 Ramas de actividad con datos de energía final en España	79
Tabla 3. 1 Clasificación de los sectores en función del indicador de impacto	109
Tabla 3. 2 Efectos de descomposición del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2008 (ktep)	115
Tabla 3. 3 Efectos de descomposición del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2008 por sectores económicos (ktep)	116
Tabla 3. 4 Efectos de descomposición de la variación del consumo de energía en las 20 ramas de actividad más consumidoras de energía en España y Andalucía entre los años 2000 y 2008 (ktep)	119
Tabla 3. 5 Efectos de descomposición de los recursos energéticos usados en España y Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep)	126
Tabla 3. 6 Sectores claves de la economía española en cuanto al consumo de energía final años 2000 y 2008.....	128

Tabla 3. 7 Sectores claves de la economía andaluza en cuanto al consumo de energía final años 2000 y 2008.....	129
Tabla 3. 8 Relación entre el impacto de los Programas de actuación desarrollados en la E4 y el efecto intensidad	133
Tabla 4. 1 Efectos intensidad, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía en los subperiodos 2000-2007 y 2008-2013.	165
Tabla 4. 2 Efectos intensidad, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía 2000-2013 (ktep).....	167
Tabla 4. 3 Evolución de los efectos de variación del consumo de energía final en España y Andalucía en los subperiodos 2000-2007 y 2008-2013 (ktep).....	172
Tabla 4. 4 Efectos intensidad física, productividad, nivel de vida, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía 2000-2013 (ktep).....	177
Tabla 4. 5 Comparativa de resultados obtenidos del efecto intensidad según la definición macroeconómica o física de la intensidad energética para España y Andalucía 2000-2013....	190

Tablas anexos

Tabla B. 1 Correspondencia entre las ramas de actividad a partir de los datos disponibles de consumo de energía y emisiones de CO ₂ en 2000 y 2008 en España.	221
Tabla B. 2 Cuentas satélite sobre emisiones atmosféricas. Serie 1990 y 1995-2003. Emisiones de CO ₂ (miles toneladas)	226
Tabla B. 3 Cuentas de Emisiones Atmosféricas para los años 2008-2011. Emisiones de CO ₂ (miles toneladas)	228
Tabla B. 4 Tabla simétrica 2000 de España. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)	231
Tabla B. 5 Tabla simétrica 2008 de España. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)	233
Tabla B. 6 Correspondencia entre las ramas de actividad tablas input-output y el consumo de energía en Andalucía.....	235
Tabla B. 7 Tabla simétrica 2000 de Andalucía. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)	238
Tabla B. 8 Tabla simétrica 2008 de Andalucía. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)	240
Tabla D. 1 Índices de deflación 2008 a precios constante (base 2000)	245
Tabla D. 2 Relación entre las ramas de actividad de las Tablas IO España y Andalucía.....	249
Tabla D. 3 Consumo de energía por sectores 2000 España	252
Tabla D. 4 Consumo de energía por sectores 2008 España	254
Tabla D. 5 Consumo de energía por sectores 2000 en Andalucía.....	256
Tabla D. 6 Consumo de energía final por sectores 2008 en Andalucía.....	258
Tabla D. 7 Efectos de descomposición de las ramas de actividad en España entre 2000 y 2008 (ktep).....	260

Tabla D. 8 Efectos de descomposición de las ramas de actividad en Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep)	263
Tabla D. 9 Resumen de los ahorros de energía final obtenidos en 2010 y ayudas públicas gestionadas entre IDEA y las Comunidades Autónomas	266
Tabla D. 10 Resultado de ahorro tecnológico para cada rama de actividad industrial	267
Tabla G. 1 Datos España para análisis LMDI: consumo energía final, VAB, horas trabajadas, población y número de vehículos uso privado	272
Tabla G. 2 Datos Andalucía para análisis LMDI: consumo energía final, VAB, horas trabajadas, población y número de vehículos uso privado	273
Tabla G. 3 Resultados anual de los efectos de la variación del consumo de energía final en España 2000-2013: aplicación método LMDI (ktep)	274
Tabla G. 4 Resultados anual de los efectos de la variación del consumo de energía final en Andalucía 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)	276
Tabla G. 5 Resultados de los efectos de la variación del consumo de las fuentes energéticas consumidas en España en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)	278
Tabla G. 6 Resultados de los efectos de la variación del consumo de las fuentes energéticas consumidas en Andalucía en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)	278
Tabla G. 7 Factores de descomposición de España 2000-2013	279
Tabla G. 8 Factores de descomposición de Andalucía 2000-2013	280
Tabla G. 9 Comparativa resultados métodos LMDI-I (macroeconómico) y SDA (ktep)	281

Relación de figuras

Figura 1. 1 Evolución del PIB y del consumo de energía primaria y final en España 1975-2013 (incluyendo usos no energéticos)	39
Figura 1. 2 Variación de los precios de la energía final en España respecto a 2004.....	40
Figura 1. 3 Estructura, intensidad y tasa autoabastecimiento energético en España 2000-2013	41
Figura 1. 4 Evolución del consumo de energía primaria, final, electricidad y eficiencia de conversión energética	44
Figura 1. 5 Energía en España 2000 - 2013: Evolución consumo energía primaria, planes e hitos más importantes	47
Figura 1. 6 Evolución del PIB y del consumo de energía primaria y final en Andalucía	59
Figura 1. 7 Energía primaria en Andalucía 2000 – 2013: estructura, intensidad energética y tasa de autoabastecimiento	60
Figura 1. 8 Evolución del consumo de energía primaria, final, electricidad y eficiencia de conversión energética en Andalucía	62
Figura 1. 9 Energía en Andalucía 2000 - 2013: Evolución consumo energía primaria, planes e hitos más importantes	65

Figura 3. 1 Efectos descomposición del consumo de energía final en España entre 2000 y 2008 (ktep).....	113
Figura 3. 2 Efectos descomposición del consumo de energía final en Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep).....	114
Figura 3. 3 Contribución de los recursos energéticos en los efectos de descomposición del consumo total de energía en España y Andalucía entre el año 2000 y 2008 (ktep).....	125
Figura 4.1 Efectos intensidad, estructura y actividad de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013	164
Figura 4.2 Efectos de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013	170
Figura 4.3 Análisis anual encadenado del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013 (ktep).....	175
Figura 4.4 Efectos de la variación del consumo de energía final sectorial en España y Andalucía 2000-2013 (ktep).....	176
Figura 4.5 Contribución de los recursos energéticos a los efectos de la variación del consumo de energía final sectorial en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)	189

Abstract

The main objective of this doctoral thesis is to analyze the factors that have been determinants of the variation of the final energy consumption in Spain and Andalusia in the period 2000-2013. Two decomposition methodologies have been used, the Logarithmic Mean Index Divisia (LMDI-I) method and the Structural Decomposition Analysis (SDA).

Economic growth in Spain and Andalusia is accompanied by an increase in energy consumption. In the period of expansion of the economy we have verified through the SDA analysis that the intensity effect is a determinant to reduce energy consumption. We have also observed, in the LMDI-I analysis, that the improvement of labor productivity has been key in reducing energy consumption, during the period 2000-2013

The activity effect of the LMDI-I Divisia index decomposition method, as well as the effects of affluence, population and number of vehicles in the SDA, are determinants of the growth of the energy consumption in Spain and Andalusia in the period 2000-2013.

The results obtained from the intensity effect, together with the analysis of the different energy policies developed during this period, indicate that public subsidies, mainly in the form of investment subsidies, have contributed to the improvement of energy efficiency in the industry and transport, but not in the residential sector. Following these results, it is considered advisable to study in depth other mechanisms, which could be more effective and favour a decoupling between economic growth and energy consumption, as well as reducing our external energy dependence: fiscal measures, access to new financing mechanisms, voluntary agreements, modal changes, promotion of energy management systems, increased competitiveness of renewable energies through support for technological development and a stable legislative framework to ensure their technical and economic viability.

Key words

Energy efficiency, energy policy, renewable resources, renewable energy, decomposition analysis, Structural Decomposition Analysis, Index Divisia Decomposition Analysis.

Resumen

El objetivo principal de esta tesis doctoral es analizar los factores que han resultado determinantes de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía en el periodo 2000-2013. Se han utilizado dos metodologías de descomposición, el método de Índice Divisia LMDI-I y el método de descomposición SDA.

El crecimiento económico en España y Andalucía viene acompañado de un incremento del consumo de energía. En el periodo de expansión de la economía hemos comprobado mediante análisis SDA que el efecto intensidad es determinante a la hora de reducir el consumo de energía. Igualmente también hemos observado, en el análisis LMDI-I, que la mejora de la productividad laboral durante el periodo 2000-2013 ha sido clave en la reducción del consumo de energía.

El efecto actividad del método de descomposición de índice Divisia LMDI-I, así como los efectos nivel de vida, población y número de vehículos en la descomposición estructural (SDA), son factores determinantes del crecimiento del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2013.

Los resultados obtenidos del efecto intensidad, junto con el análisis de las distintas políticas energéticas desarrolladas en este periodo nos indican que las ayudas públicas, fundamentalmente en forma de subvenciones a la inversión, han contribuido a la mejora de la eficiencia energética en la industria y en el transporte, pero no así en el sector residencial. A raíz de estos resultados se estima conveniente profundizar en otros mecanismos, que pudieran ser más efectivos y favorecieran un desacoplamiento entre el crecimiento económico y el consumo de energía, además de reducir nuestra dependencia energética externa: medidas fiscales, acceso a nuevos mecanismos de financiación, acuerdos voluntarios, cambios modales, promoción de los sistemas de gestión energética, incremento de la competitividad de las energías renovables mediante apoyo al desarrollo tecnológico y un marco legislativo estable que asegure su viabilidad técnico-económica.

Palabras clave

Eficiencia energética, política energética, fuentes energéticas, energías renovables, análisis de descomposición, análisis de descomposición estructural, análisis de descomposición índices Divisia.

Resumen ejecutivo

El objetivo principal de esta tesis doctoral es analizar los factores que han resultado determinantes de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía en el periodo 2000-2013. En base a los resultados y al análisis previo de las medidas energéticas establecidas en el periodo de análisis, se establecen recomendaciones a implementar en la política energética española y andaluza.

El consumo de energía española se caracteriza principalmente por su alta dependencia de fuentes energéticas externas, además de por un elevado consumo debido a una menor eficiencia energética que otros países de nuestro entorno. Por contraposición, España y Andalucía poseen un importante potencial de energías renovables, que pueden favorecer el incremento de nuestro autoabastecimiento.

El periodo estudiado vino acompañado por numerosas medidas de política energética. En el caso de España se desarrolló la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4) y el Plan de Fomento de Energías Renovables 2000-2010, sustituido posteriormente por el Plan de Energía Renovables 2005-2010. Al final del periodo estudiado entró en vigor el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. Igualmente, la Comunidad Autónoma de Andalucía contó con diferentes planes energéticos, en concreto, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) y el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER).

La aplicación en nuestro estudio de dos métodos de descomposición, estructural (SDA) e índices Divisia (LMDI-I), nos ha permitido detectar la influencia de un importante número de factores en las variaciones del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000 -2013, tales como: la actividad, la estructura económica, la población, el número de vehículos, la productividad laboral, el nivel de vida, la intensidad energética, el consumo de energía por población y por vehículos. Debido a las limitaciones de la base de datos, el método SDA se ha aplicado al periodo 2000-2008, coincidente en gran medida con el periodo de expansión de la

economía española. A su vez, el método LMDI-I se ha aplicado a todo el periodo (2000-2013), así como a los dos subperiodos relevantes, 2000-2007 y 2008-2013.

El presente trabajo completa la literatura científica sobre análisis de descomposición de las variaciones del consumo de la energía en España y Andalucía, aportando como novedades las siguientes. En primer lugar, para el análisis de descomposición se ha considerado como consumo de energía final, la totalidad de la energía consumida por todos los sectores económicos y los hogares, incluyendo el autoconsumo del sector transformación de energía. En cuanto a los hogares se ha desagregado el consumo de energía residencial y el proveniente del transporte privado, no incluyendo este último en el sector transporte, para evitar distorsiones en los resultados. En segundo lugar, la descomposición estructural del consumo de energía final se aplica a 73 ramas de actividad (es la mayor desagregación conocida de una descomposición del consumo de energía realizada para la economía española y andaluza), analizándose los efectos intensidad, estructura, tecnológico, nivel de vida y población. En tercer lugar, el efecto intensidad energética se ha medido tanto desde un punto de vista macroeconómico como físico. La utilización de este último indicador de eficiencia permite evitar la posible alteración de aspectos macroeconómicos relacionados con la definición del PIB según la bibliografía especializada. Cuarto, el análisis de la eficiencia energética desde un punto de vista físico nos ha permitido incluir en el análisis la influencia de dos nuevos efectos: la productividad laboral de los sectores productivos (Industria, primario, construcción, transporte no privado y servicios) y el nivel de vida de los hogares. Y finalmente, el análisis de las variaciones del consumo de energía final se complementa analizando los efectos de la descomposición sobre las distintas fuentes energéticas.

El primer resultado de nuestro trabajo nos lleva a concluir la existencia de acoplamiento entre la actividad de la economía española y andaluza y el consumo de energía. Así, se identifican claramente dos periodos coincidentes con el periodo de expansión y contracción de la economía. En el primero de los subperiodos (2000-2007), el método LMDI-I muestra a través del efecto actividad, que el crecimiento de

la economía española y andaluza ha sido responsable de un importante aumento del consumo de energía final. A su vez, el método SDA complementa dicho análisis mostrando la importancia de los efectos nivel de vida, población y número de vehículos en el crecimiento del consumo de energía final de dicho subperiodo. En cuanto al segundo de los subperiodos (2008-2013), aplicando únicamente el método LMDI-I, se muestra a través del efecto actividad que la actividad económica provoca una reducción muy importante del consumo de energía final.

En segundo lugar, los resultados de la descomposición de las variaciones del consumo de energía final tanto mediante el método SDA como el LMDI-I en el periodo analizado, muestran que el efecto intensidad energética macroeconómica contribuye a reducir el consumo de energía final.

En tercer lugar, los resultados de la descomposición de las variaciones del consumo de energía final mediante el método LMDI-I, al incorporar el efecto intensidad energética física (consumo de energía por hora trabajada), la inversa de la productividad laboral para los sectores productivos y el nivel de vida para el consumo de los hogares, nos ha permitido analizar estos tres efectos por separado. Se concluye lo siguiente. En relación a la intensidad energética física se observa que sólo mejora, es decir, muestra un incremento de la eficiencia en el caso del transporte (no privado y privado) pero no en los sectores productivos ni en el consumo residencial. En cuanto al efecto productividad, se observa que la mejora de la productividad española ha favorecido la reducción del consumo de energía. En el caso específico de Andalucía, se observa la tendencia contraria, es decir, la reducción de la productividad laboral ha provocado un incremento del consumo de energía final. Por otra parte, el efecto del nivel de vida residencial no tiene un impacto significativo sobre el consumo de energía, con una ligera tendencia hacia su disminución, mientras que el incremento del nivel de vida en el transporte privado incide en un aumento considerable del consumo de energía final.

En cuarto lugar, en el análisis SDA, el efecto intensidad nos permite detectar que las ramas de actividad *Administraciones pública* y el *Transporte por ferrocarril* deben ser objetivos prioritarios a la hora de adoptar medidas de mejora de la eficiencia energética. Ambos métodos de análisis nos indican que el sector *Residencial*, también debe mejorar sus pautas de consumo energético. Igualmente se detecta que el *Transporte Terrestre* y el *Transporte de vehículos privado*, debido al elevado consumo de petróleo y sus derivados, deben mejorar su eficiencia energética y reducir el consumo de energía.

Finalmente, en el análisis efectuado por fuentes energéticas, se observa que el incremento de productos petrolíferos se debe principalmente a un incremento del nivel de vida relacionado con el aumento del número de vehículos privados en el periodo, tanto para España como Andalucía. Por otra parte, se detecta que el crecimiento de la actividad económica (VAB, nivel de vida, población, etc.) y de la intensidad energética sectorial son las principales causas del incremento de consumo de gas natural y energías renovables en el periodo. Respecto a la energía nuclear y el carbón, se produce un descenso de su consumo en el periodo, siendo el efecto intensidad sectorial, en ambos métodos de análisis, el principal responsable de este comportamiento.

Adicionalmente, los resultados alcanzados en el efecto intensidad macroeconómica nos han permitido analizar la contribución de las distintas medidas adoptadas para mejorar el consumo de energía de España y Andalucía en el ámbito de la política de eficiencia energética. En concreto, se han analizado los diferentes planes energéticos, tanto en el ámbito nacional como autonómico (el caso de Andalucía). La revisión de dichas actuaciones desarrolladas permite mostrar que se han focalizado en reducir nuestra dependencia externa, mejorar la eficiencia energética y establecer una estructura energética más diversificada. En los últimos años, se ha potenciado el consumo de las fuentes energéticas renovables con el objetivo de reducir nuestra dependencia energética y amortiguar las emisiones de CO₂ en el marco de los acuerdos internacionales.

A partir de nuestros resultados del análisis de descomposición de las variaciones del consumo de energía, en sus diferentes efectos, concluimos que los programas de ayudas públicas para la adopción de medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética en la industria, junto con los planes de movilidad urbana y de transporte para empresas son las medidas que han contribuido más a la reducción del consumo de energía. Por el contrario, las medidas destinadas a la mejora de la eficiencia energética en el sector residencial, son las que han tenido un menor impacto. En general, todas estas medidas se corresponden con subvenciones a la inversión en equipos e instalaciones.

En el caso de las energías renovables, las medidas regulatorias son las que han favorecido el gran despegue de esta fuente energética en el periodo analizado. En concreto, el sistema de retribución mediante “primas” a la generación de energía eléctrica es el utilizado en el caso de España. No obstante, esta medida se ha complementado, aunque con menor éxito, con la exención fiscal de los biocarburantes, y las subvenciones a la inversión en instalaciones para la producción de calor a partir principalmente de energía solar térmica o biomasa.

A raíz de los resultados obtenidos, se han detectado cuatro líneas prioritarias de acción: desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía, cambio conductual en el uso de la energía, evaluación y monitorización de los consumos de energía y compromiso político-social, legislación y procedimientos administrativos.

Primero, recomendamos que el logro del desacoplamiento entre el crecimiento económico y el consumo energético pase a convertirse en una pieza clave de la política energética y económica española y andaluza. Para la consecución de este objetivo se considera que es imprescindible potenciar el incremento de la eficiencia energética y la cultura del ahorro energético, así como fomentar la mejora de la productividad laboral.

En el periodo 2000-2013, la principal herramienta de la política energética ha sido el establecimiento de distintos programas de ayuda pública a la inversión, así como el mencionado sistema de primas a la retribución de la generación eléctrica con energías renovables, cogeneración y residuos. Se considera conveniente profundizar en otros mecanismos, que por un lado pudieran ser más efectivos y por otro lado supusieran un menor gasto en cuanto a los fondos públicos empleados en los programas de ayudas. En este orden de cosas, los sistemas de acuerdos voluntarios entre las distintas entidades y la administración, así como la implantación de una política fiscal que fomente la realización de actuaciones para el incremento de la eficiencia energética son caminos aún por desarrollar en nuestra economía. Asimismo, las ayudas públicas debieran ser compatibles con otros sistemas de financiación distintos a los tradicionales, caso de las empresas de servicios energéticos, crowdfunding, crowdlending, renting, leasing, etc.

Por otro lado, en el ámbito de las empresas y de las administraciones públicas, la gestión energética debe incorporarse a los distintos sistemas de gestión ya consolidados (calidad, medioambiente, etc.). También sería interesante ahondar en soluciones tipo “Non-Wires Solutions”, que permitirían reducir las necesidades de nuevas infraestructuras energéticas gracias a la mejora de la eficiencia energética. Igualmente se estima necesario potenciar la gestión inteligente de la energía, mediante la aplicación de TIC (Tecnologías de la información y comunicación) y las diferentes formas de la denominada Smart energy (Smart grids, Smart city, Smart meter, etc.). Como desarrollo de este último concepto, se considera necesario desarrollar en España las recomendaciones de la Unión Europea en cuanto a la disponibilidad por parte de todos los usuarios de información a tiempo real de sus consumos de energía y el precio horario de la energía, para facilitar una gestión activa de la demanda y posibilitar un mayor ahorro de energía.

En el caso particular de las administraciones públicas, se recomienda que, siguiendo las directrices europeas, se acometan mejoras energéticas en las instalaciones y los edificios dotándolos a estos de altas calificaciones energéticas. También la adopción

de modelos de transporte basado en transporte público de bajo impacto y alta eficiencia energética (eléctrico, gas natural vehicular, etc.).

Respecto a la mejora de la productividad laboral, es necesario incidir sobre la adopción de medidas que favorezcan el uso de tecnologías productivas más eficientes, el incremento de la formación de directivos y trabajadores, la promoción de los sistemas de gestión empresarial o la racionalización de los esquemas productivos y de trabajo (jornada y condiciones laborales, sistemas de incentivos y motivación del personal, etc.).

Segundo, el cambio conductual en el uso de la energía, tendría una gran repercusión en el consumo de energía en los hogares. Se recomienda el fomento de campañas de publicidad y concienciación sobre las mejores tecnologías disponibles y el uso más eficiente de la energía. Asimismo, estas campañas mitigarían ciertos fallos de mercado debido a asimetrías de la información y/o problemas de agente-principal.

Tercero, en nuestro trabajo hemos detectado que la descomposición en factores necesita disponer de datos socioeconómicos y energéticos precisos y desglosados para las distintas ramas de actividad y los hogares. Es recomendable que las estadísticas energéticas españolas incorporen datos desagregados a nivel de Comunidades Autónomas y provinciales. Igualmente, se considera recomendable el uso de variables físico-termodinámicas para el análisis de la intensidad energética.

Por último, se considera que contar con un compromiso político-social en materia de energía facilitaría adoptar este conjunto amplio de actuaciones que propiciarán un marco adecuado para una mejora y optimización continua de la eficiencia energética en España y Andalucía.

Introducción

A pesar de la elevada dependencia energética española, del alza en los precios de la energía y de la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente las emisiones de CO₂, el consumo de energía en España ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos 40 años. En concreto, desde el año 2000, la economía española experimentó un importante crecimiento, que vino acompañado a su vez por un aumento del consumo de energía, sólo moderado por el inicio de la crisis económica de 2007.

Paralelamente, la necesidad de cumplir con los objetivos de reducción de GEI establecidos por la Unión Europea (European Commission, 2010 y 2014), en respuesta a los compromisos internacionales adoptados, ha motivado a los países integrantes y en concreto a España, a implementar políticas de ahorro y eficiencia energética así como de fomento de las energías renovables.

El resultado de la combinación de esfuerzos de política energética, de diversificación de fuentes de energía, de mejora de la eficiencia y de reducción de emisiones, así como el comportamiento de la economía en las dos últimas décadas, ha influido en la evolución y comportamiento del consumo de energía final en España.

Con el objetivo de contribuir y aportar conocimiento sobre los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía, esta tesis doctoral analiza los principales factores determinantes que han incidido en los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía durante el periodo 2000-2013.

El periodo analizado se corresponde con un primer subperiodo de gran expansión económica (2000-2007), seguido de una fuerte contracción de la economía española (Hospidio y Moreno, 2015). El periodo elegido además tiene un especial interés debido a la implementación de las políticas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que marcan en gran medida la apuesta por la mejora de la

eficiencia energética, el ahorro energético y el desarrollo de las energías renovables; con los consiguientes efectos sobre el sistema energético español.

El análisis de los factores claves del comportamiento del consumo de energía es realizado no sólo para el territorio nacional sino que además se ha extendido a la Comunidad Autónoma de Andalucía en particular, por la relevancia de ésta en el conjunto del estado español. En el año 2000, Andalucía contaba con el 18 % de la población española, aportaba el 16 % al Producto Interior Bruto (PIB) español y representaba el 12,6 % del total del consumo de energía final español (AAE, 2004; IECA, 2015; IDAE, 2016; INE, 2015a y 2015b). Otros aspectos que inciden en el interés de analizar el comportamiento energético de esta comunidad son, su extensa superficie (17,3 % de la española) (CMA, 2013), su estructura económica caracterizada por la baja contribución de la industria y una mayor presencia del sector servicios, así como por la elevada tasa de paro (25% en el año 2010, diez puntos superior a la nacional) (INE, 2016). En cuanto a la estructura energética de Andalucía, se caracteriza por la mayor contribución de las energías renovables y la no existencia de centrales nucleares, frente al conjunto nacional. Por último Andalucía, al igual que España, presenta una elevada dependencia energética del exterior. Estas especiales características, analogías y diferencias, contribuyen a enriquecer y completar el estudio de las causas de variación del consumo de energía en España en el periodo 2000-2013.

Asimismo, nuestro trabajo no se centra únicamente en los factores determinantes de los cambios producidos en el consumo de energía de los sectores productivos, sino que se ha ampliado el estudio al análisis de los determinantes de los cambios producidos en el consumo de energía realizado por los hogares. Por este motivo, además de los factores tradicionales de análisis, se han incorporado otros que afectan directamente a los hogares.

Adicionalmente, se han analizado los cambios producidos en el consumo de energía por fuentes energéticas, permitiéndonos identificar los factores claves de dichos

cambios y valorar las medidas implementadas para el fomento en unos caso y el ahorro en otros, de las distintas fuentes de energía.

La revisión de la literatura científica muestra que los análisis de los factores clave de los cambios producidos en una variable o indicador, se realizan principalmente a partir de las metodologías de descomposición. En concreto, a partir del Análisis de Descomposición Estructural (Structural Decomposition Analysis en inglés, SDA) y el Análisis de Índices de Descomposición (Index Decomposition Analysis en inglés, IDA). Ambas metodologías serán aplicadas en este trabajo, permitiéndonos comparar en algunos casos, las conclusiones obtenidas.

Estas metodologías han sido utilizadas profusamente en la literatura científica reciente en el ámbito de la economía de la energía y el medio ambiente y ha sido aplicada a diferentes países tales como China, Australia, Unión Europea, Brasil, países de la OCDE, etc. No obstante en el caso particular de España y del análisis del consumo de energía, encontramos un número de trabajos reducidos, que bien se centran en el consumo de la economía total, bien en el consumo de algún sector económico o bien en alguna forma de energía específica (por ejemplo electricidad). En cuanto a la aplicación de la metodología SDA, Guerra y Sancho (2010) realizaron un estudio sobre el consumo de energía primaria en el periodo 1995-2004, Alcántara et al. (2010) analizaron los sectores productivos que contribuyen más al consumo de la electricidad. Otros estudios, en relación a la metodología SDA, han enfocado su análisis al impacto económico de las diferentes políticas energéticas (Llop y Pie, 2008). También Alcántara y Duarte (2004) establecieron la relación entre la intensidad energética de España y otros países de la Unión Europea. En cuanto a trabajos que emplean metodología IDA existen varios centrados en la comparación de la intensidad energética española y países de la Unión Europea (Mendiluce, 2007, 2012 y 2013; Marrero y Ramos-Real, 2008 y 2013; Mendiluce et al., 2010; González et al., 2013 y 2014; González, 2015), la intensidad del consumo de electricidad de la industria española (Fernández y Pérez, 2003; González y Moreno, 2015),) o la

intensidad energética de la industria española (Arocena et al., 2016), así como el transporte de mercancías pesadas (Andrés y Padilla, 2015).

En cuanto a los trabajos enfocados al análisis del consumo de energía en Andalucía, en general no se han utilizado métodos de descomposición para determinar las causas de la variación, salvo el desarrollado a partir de esta tesis (Colinet y Román, 2015). Existen diversos trabajos que analizan la intensidad energética a través de matrices de contabilidad social (SAM) tales como los de Cardenete et al. (2008, 2009 y 2012). También se encuentran trabajos que utilizan el Método de Equilibrio General Aplicado (MEGA) para profundizar en el impacto de algunas tecnologías de energías renovables en Andalucía: biomasa (Cardenete et al., 2010), energía solar térmica (Cansino et al., 2013a), biocarburantes (Cansino et al., 2013b) y fotovoltaica (Cansino et al., 2014).

Los objetivos específicos que persigue esta investigación son:

1. En primer lugar, identificar y cuantificar los efectos que determinan la variación del consumo de energía final de España y Andalucía en el periodo 2000 – 2013, así como en los subperiodos 2000-2007 y 2008-2013.
2. En segundo lugar, establecer las analogías y diferencias existentes entre ambas economías respecto a la variación del consumo de energía y los efectos que lo determinan.
3. En tercer lugar, ofrecer las recomendaciones que consideramos necesarias implementar en la política energética española y andaluza, en base a las conclusiones obtenidas y al análisis previo de las medidas energéticas establecidas en el periodo de análisis.
4. En cuarto lugar, desde un punto de vista metodológico, analizar las diferencias existentes al utilizar los métodos de descomposición SDA y LMDI-I a las variaciones del consumo de energía en España y Andalucía, incrementando así la literatura científica especializada.

5. En quinto lugar, analizar de qué forma cambian los resultados de nuestra descomposición cuando se define el efecto intensidad desde un punto de vista macroeconómico y físico, contribuyendo así a la literatura científica especializada.

Tras esta introducción, la tesis se ha estructurado en cinco capítulos que dan respuesta a los objetivos marcados:

- El primer capítulo está dedicado a presentar los aspectos esenciales que definen el contexto energético español y andaluz, centrándonos en el periodo más reciente, analizándose la evolución de la dependencia energética española, las emisiones de CO₂ y el precio de la energía. Asimismo se realiza un recorrido a lo largo de la política energética desarrollada a través de los distintos planes energéticos del periodo.
- El segundo capítulo describe los fundamentos de las metodologías de análisis que se han seguido para el estudio de los efectos determinantes de los cambios en el consumo de energía, esto es, el Análisis de descomposición estructural (SDA) y el Análisis de descomposición de Índices Divisia (IDA). Asimismo, se detalla la metodología de Descomposición mediante media logarítmica con Índices Divisia (LMDI I), por ser el método específico de índice de descomposición seguido en este trabajo para el análisis del consumo de energía en España y Andalucía. La aplicación concreta de estas metodologías se detalla en los capítulos tercero y cuarto para cada caso de estudio aplicado.
- Los capítulos tercero y cuarto muestran los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos de descomposición citados sobre la variación del consumo de energía en España y Andalucía. En el capítulo tercero aborda el estudio de la variación del consumo de energía mediante el método SDA, entre los años 2000 y 2008, además de la determinación de los sectores claves y en el capítulo cuarto se realiza un análisis del cambio en el consumo

de energía entre los años 2000-2013 a partir del método LMDI I. En ambos capítulos se justifica la metodología utilizada, así como las bases de datos y el periodo de estudio.

- El capítulo quinto finaliza con las principales conclusiones y recomendaciones del trabajo, haciendo hincapié en aquellos aspectos que consideramos se deben incluir o reforzar en las medidas desarrolladas por la política energética española, a raíz de los resultados obtenidos, con el objetivo de contribuir al ahorro y la eficiencia energética en España y Andalucía.
- Finalmente se incluye un apartado de Anexos, donde se detalla información relevante de cada uno de los capítulos, incluyéndose un primer anexo (A) donde se compendian las publicaciones científicas derivadas de esta tesis doctoral y las comunicaciones presentadas a diferentes reuniones científicas nacionales e internacionales.

Bibliografía

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2004). Datos energéticos 2003.

Alcántara, V., Duarte R. (2004). Comparison of energy intensities in European Union countries. Results of a structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 32(2), 177-189.

Alcántara V., Río P., Hernández F. (2010). Structural analysis of electricity by productive sectors. The Spanish case. *Energy*, 35, 2088-2098.

Andrés, L., Padilla, E. (2015). Energy intensity in road freight transport of heavy goods vehicles in Spain. *Energy Policy*, 85, 309-321.

Arocena, P., Gómez-Plana, A. G., & Peña, S. (2016). A Decomposition of the Energy Intensity Change in Spanish Manufacturing. In *Advances in Efficiency and Productivity* (pp. 365-390). Springer International Publishing.

Cansino, J. M., Cardenete, M. A., González, J. M., Pablo-Romero, M. D. P. (2013a). Economic impacts of solar thermal electricity technology deployment on Andalusian productive activities: a CGE approach. *The Annals of Regional Science*, 50(1), 25-47.

- Cansino, J. M., Cardenete, M. A., Gonzalez, J. M., Román, R. (2013b). Economic impacts of biofuels deployment in Andalusia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 274-282.
- Cansino, J. M., Cardenete, M. A., González, J. M., Román, R. (2014). Economic influence of photovoltaic technology on electricity generation: a CGE (computable general equilibrium) approach for the Andalusian case. *Energy*, 73, 70-79.
- Cardenete, M.A., Fuentes Saguar, P. Ordoñez, M. (2009). Análisis comparativo de las intensidades energéticas en Andalucía a partir de las matrices de contabilidad social: 2000 vs. 2005. *Revista económica de Castilla-La Mancha*, 15, 121 – 151.
- Cardenete, M.A., Fuentes Saguar, P., Polo, C. (2008). Análisis de intensidades energéticas y emisiones de CO2 a partir de la matriz de contabilidad social de Andalucía del año 2000. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8, 2, 31-48.
- Cardenete, M.A., Fuentes Saguar, P., Polo, C. (2012). Energy Intensities and Carbon Dioxide Emissions in a Social Accounting Matrix Model of the Andalusian Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 378 – 386.
- Cardenete, MA, Gonzalez JM, Pablo-Romero MP, Román, R. (2010). Impacto de un incremento de generación de energía a partir de biomasa en plantas de co-generación en Andalucía. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 10,2, 159-182.
- Colinet, M. J., Román, R. (2015). LMDI decomposition analysis of energy consumption in Andalusia (Spain) during 2003–2012: the energy efficiency policy implications. *Energy Efficiency*, 1-17.
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorial, CMA (2013), Datos básicos de Medio Ambiente en Andalucía 2013. <http://www.cma.junta-andalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnnextoid=cb3c02a4ff5e0410VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=10e4566c9c7cf310VgnVCM1000001325e50aRCRD> (consultado, 12/12/2016)
- European Commission, EC (2010). Communication from the European Commission. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth COM (2010) 2020 final.
- European Commission, EC (2014). A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. COM (2014) 15 final.
- Fernández González P., Pérez Suárez, R. (2003). Decomposing the variation of aggregate electricity intensity in Spanish industry. *Energy*, 28, 171–184.
- González, P. F. (2015). Exploring energy efficiency in several European countries. An attribution analysis of the Divisia structural change index. *Applied Energy*, 137, 364-374.

- González, P. F., Landajo, M., Presno, M. J. (2013). The Divisia real energy intensity indices: evolution and attribution of percent changes in 20 European countries from 1995 to 2010. *Energy*, 58, 340-349.
- González, P., Landajo, M., Presno, M. J. (2014). Multilevel LMDI decomposition of changes in aggregate energy consumption. A cross country analysis in the EU-27. *Energy Policy*, 68, 576-584.
- González, P. F., Moreno, B. (2015). Analyzing driving forces behind changes in energy vulnerability of Spanish electricity generation through a Divisia index-based method. *Energy Conversion and Management*, 92, 459-468.
- Guerra A., Sancho S (2010). An Analysis of Primary Energy Requirements and Emission Levels Using the Structural Decomposition Approach. *Air Pollution: Economic Modelling and Control Policies*. Ed. Maria Llop. London: Bentham Ebooks, 2010. Available at: http://works.bepress.com/ana-isabel_guerra/3
- Hospidio L., Moreno-Galbis E. (2015). The Spanish productivity puzzle in the great recession. Banco de España. Documentos de trabajo nº 1501.
- IDAE (2016) Balance de Energía 1990-2013 www.idae.es (Consultada 29/01/2016).
- IECA (2015). Contabilidad Regional Anual de Andalucía. Base 2010. Serie 1995-2014. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/craa/index.htm> (Consultado 1/12/2015).
- INE (2015a). Contabilidad Nacional de España. (Consultado 1 de marzo de 2015).
- INE (2015b). Censo de población y censos demográficos. <http://www.ine.es> (consultado 1/07/ 2015).
- INE (2016). Encuesta población activa. <http://www.ine.es/> Consultada 31/01/2016.
- Llop M., Pié L. (2008). Input-output analysis of alternative policies implemented on the energy activities: An application for Catalonia. *Energy Policy*, 36, 1642 – 1648.
- Marrero, G.A., Ramos-Real, F.J. (2008). La intensidad energética en los sectores productivos en la UE-15 durante 1991 y 2005. ¿Es el caso español diferente? Colección estudios económicos, <http://www.fedea.es>.
- Marrero, G. A., Ramos-Real, F. J. (2013). Activity sectors and energy intensity: Decomposition analysis and policy implications for European countries (1991–2005). *Energies*, 6(5), 2521-2540.
- Mendiluce M. (2007). Cómo afectan los cambios estructurales a la intensidad energética en España. *Ekonomiaz*, 65, 362 – 385.

Mendiluce, M. (2012). Los determinantes del consumo energético en España ¿Se ha mejorado la eficiencia energética? Papeles de economía española, 134, 196 – 210.

Mendiluce, M. (2013). “Los determinantes del consumo energético en España: ¿se ha mejorado la eficiencia energética?”, Monográfico sobre Energía, Papeles de Economía Española (FUNCAS).

Mendiluce, M., Pérez-Arriaga, I. Ocaña, C. (2010). Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and the EU15. Why is Spain different? Energy Policy, 38, 639 – 645.

Capítulo 1. Contexto energético en España y Andalucía

1.1. Introducción

La seguridad de abastecimiento energético, la dependencia energética y la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son los factores que principalmente han contribuido a poner el foco de atención en el comportamiento del consumo de energía de los países en las últimas dos décadas. Paralelamente, la preocupación ante el acoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía también es cada vez mayor, ya que la moderación del crecimiento del consumo de energía supondría una rémora para el crecimiento de los países y su pérdida de competitividad.

La palabra energía tiene su origen en el término latino *energia*, que a su vez procede del griego *ἐνέργεια* (*enérgeia*) que significa “fuerza o capacidad de acción” y la Real Academia Española (RAE) la define como “eficacia, poder, virtud para obrar y capacidad para realizar un trabajo”, por otra parte “consumo” es definido como “capacidad de consumir” y entre las acepciones de este último término encontramos “Gastar energía o un producto energético” (RAE, 2015). Vistas estas definiciones surge la idea del binomio *consumo de energía – trabajo*, entendiendo éste, tal como lo define la RAE, como “cosa que es resultado de la actividad humana”. Por lo tanto, se puede afirmar que el consumo de energía es inherente a cualquier actividad humana (producción y consumo de bienes y servicios).

El acoplamiento del consumo de energía con la actividad económica ha sido objeto constante de estudio a lo largo del tiempo (Ozturk, 2010; dos Santos et al., 2017). Entre las razones que justifican esta relación están la evolución del desarrollo tecnológico y de la estructura económica sectorial que determinan los usos de la

energía. Respecto a esta segunda cuestión, hay que considerar que la sociedad pasó de ser básicamente agrícola y ganadera (sector primario) a industrial y, en la actualidad cobran gran relevancia los sectores servicios y residencial. En paralelo, se ha afianzado el sector transporte como gran consumidor de energía. Por otra parte el consumo energético per cápita mundial se ha incrementado a lo largo del tiempo. En el Paleolítico Superior era de aproximadamente unos 5.000 kcal/día, destinado en un 60% a alimentación y un 40% a labores domésticas, en el Neolítico era de unos 12.000 kcal/día (dedicando un tercio a la alimentación, otro tercio a labores domésticas y otro tanto a la agricultura). En la Edad Media (hacia el año 1400) se estima que el consumo se elevó a 26.000 kcal/día, aproximadamente 23% alimentación, 46% labores domésticas, 27% agricultura e industria artesanal y 4% transporte (Altshuler, 2015). En el año 2012 el consumo mundial medio por habitante se situaba en 52.000 kcal/día y para la eurozona ascendía a 94.440 kcal/día (Banco Mundial, 2015).

La seguridad de abastecimiento energético o agotamiento de los recursos también ha sido una preocupación constante. Así, los primeros estudios sobre el consumo de energía trataban de analizar el coste y la posibilidad de agotamiento de los recursos energéticos para posteriormente incorporar una nueva variable, el impacto ambiental. Desde el siglo XIX encontramos a científicos y economistas preocupados en el agotamiento de los recursos energéticos (Jevons, 1865; Martínez-Alier 1990). Posteriormente siguiendo la estela de Thomas Robert Malthus surge el Neomalthusianismo, que en gran medida introdujo el concepto de desarrollo sostenible, incorporando su preocupación por el impacto ambiental y social del uso de la energía (Meadows et al., 1972).

Asimismo, el uso de recursos energéticos agotables (nuclear, carbón, petróleo y gas natural) ha añadido también otra preocupación, asociada a la dependencia energética de estos recursos, puesto que los países quedan sometidos a la incertidumbre de las variaciones de las producciones, los precios y las tensiones geopolíticas. En el año 2014 el 53,5 % del consumo interior bruto de energía de la

Unión Europea (UE-28) procedió de importaciones, existiendo una tendencia al descenso del uso de recursos energéticos propios que puede atribuirse, en parte, al agotamiento de los suministros de materias primas y a que los productores no consideran rentable explotar estos recursos limitados. El nivel más alto de la producción de energía primaria entre los Estados miembros en el año 2014 se encontraba en Francia, con una cuota del 17,6 % del total de UE-28, seguida de Alemania (15,6 %) y Reino Unido (14,0 %). España ocupaba el séptimo lugar con una cuota del 4,2 %, mientras consumíamos el 7,6 % del total de la energía primaria de la UE (Eurostat, 2017).

La preocupación ante los efectos ambientales del uso de la energía tuvo su mayor apogeo en 1990 y 1995, tras la publicación de los dos primeros informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) alertando de la necesidad de reducir la emisión de gases invernadero (Naciones Unidas, 1990 y 1995a). El segundo informe de evaluación concluyó que existía la previsión de aumento de la temperatura media de 2°C para 2100 con respecto a 1990 y de 2,5°C en caso que se duplicara la concentración de CO₂. Estos resultados sirvieron de base para obligar a las partes en el Mandato de Berlín a establecer objetivos de reducción de emisiones más allá del año 2000 (Naciones Unidas, 1995b), dando lugar en 1997 al Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas, 1997), que establece la reducción de algo más de un 5 % de los gases de efecto invernadero en el periodo 2008-2012 respecto a los valores de 1990.

A raíz del Protocolo de Kyoto, la Unión Europea acordó una reducción media de un 8 % de los GEI respecto a 1990. En el caso particular de España, esta obligación se tradujo a limitar el crecimiento de los gases de efecto invernadero en un 15 % en el periodo. No obstante, no todas las economías apostaron por dicha reducción. En concreto, resulta significativo el crecimiento de las emisiones de GEI producidas en 2005 en Brasil (respecto a 1990) y en China e India (respecto a 1994) de un 50%, 84% y 25% respectivamente (UNFCCC, 2015).

Posteriormente, en 2007, en la Cumbre de Bali, los más de 190 países reunidos bajo la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, en sus siglas en inglés) acordaron que en 2009 tendrían un nuevo acuerdo que entraría en vigor en 2013 y que sustituiría a Kioto. En Copenhague, en 2009, con la presencia de todos los Jefes de Estado, y tras arduas negociaciones entre EEUU, China, Brasil, India y Sudáfrica se llegó al acuerdo, sin compromiso vinculante, de limitar el calentamiento a dos grados centígrados, para lo que habría que estabilizar la concentración de CO₂ en la atmósfera en 450 partes por millón. A esta conferencia le siguieron las de Cancún, México (2010), Durban, Sudáfrica (2011) y Doha, Catar (2012), sin resultados significativos en cuanto al compromiso de los países para la reducción de emisiones.

En 2012, el balance final de los países no fue el mismo. Por una parte, la Unión Europea UE-28 había logrado una reducción de las emisiones de un 19%. Por otra parte, otras dos grandes potencias como Rusia y Estados Unidos, las redujeron y aumentaron en un 32 % y 4 % respectivamente.

El 30 de noviembre de 2015 en París, en la XXI Conferencia sobre Cambio Climático, los países se comprometieron a mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C.

Con el objetivo de seguir avanzando en la reducción de las GEI, la Unión Europea ha establecido objetivos para la reducción del 20% emisiones de CO₂ para 2020 (European Commission, 2010) y en un 40% para 2030 en un 40% (European Commission, 2014). Incluso más allá aun, la Unión Europea en su “Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050” (Comisión Europea, 2011) ha indicado que en este horizonte se debe producir la descarbonización de la economía europea entre un 70 % y un 82 %, en el caso de la electricidad estos porcentajes se elevan a un 93 % - 99 % y para el transporte entre un 54 % y un 67 %, en función de los escenarios considerados.

Sin embargo, es evidente que la quema de combustibles fósiles con fines energéticos son la principal fuente de emisión de CO₂ (Naciones Unidas, 2015). El consumo y transformación de los combustibles fósiles provoca la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). La oxidación incompleta se produce como consecuencia de ineficiencias en la combustión, provocando la emisión de metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM). Estos gases, a su vez, se oxidan en forma de CO₂ en la atmósfera y, por lo tanto, se incorpora al cálculo total de emisiones de CO₂. Por este motivo, la Unión Europea no sólo plantea objetivos de reducción de emisiones de CO₂ sino de disminución del consumo de energía mediante ganancias de eficiencia energética y fomento del uso de fuentes renovables. Para el año 2020, la Unión Europea establece los objetivos de reducir un 20 % el consumo de energía sobre las previsiones de crecimiento existentes y situar el aporte de renovables en un 20 % (European Commission, 2010). Para el año 2030, la Unión Europea incrementa el objetivo de participación de renovables estableciendo un mínimo del 27 % y propone una mejora de la eficiencia energética de un 27 % con respecto a las previsiones de consumo energético futuro, con la posibilidad de elevar dicho porcentaje hasta el 30 % (European Commission, 2014).

El objetivo del presente capítulo es el de contextualizar el análisis de los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía. Para ello, se presenta una revisión de los principales indicadores del consumo de energía así como la evolución de la planificación energética producida en España y Andalucía, centrándonos en los últimos quince años. Sólo en este capítulo, el análisis del consumo de energía incluye los usos energéticos en todos los datos, tanto de energía primaria como de energía final. Siguiendo la definición de la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2007), la energía primaria incorpora la energía proveniente de los recursos naturales, tales como el petróleo, el carbón, el gas natural o los renovables así como la transformación de los recursos nucleares. Por otra parte, la energía final es la proveniente de la transformación de la energía primaria, para producir energía

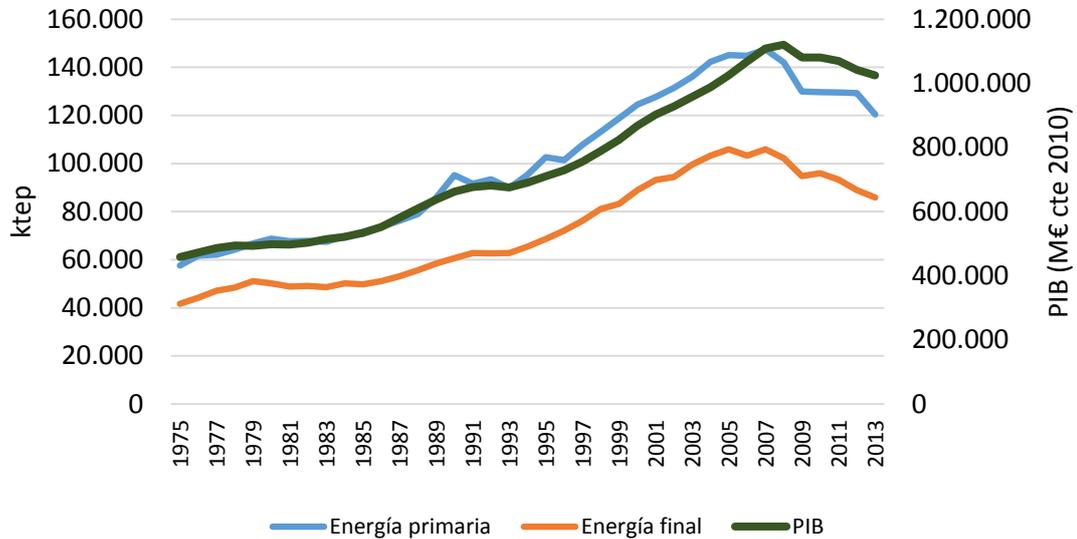
térmica o eléctrica. Finalmente los usos no energéticos incluye el consumo de los recursos energéticos que son utilizados como materias primas para fabricación de otros productos no energéticos (como por ejemplo para algunos productos químicos).

1.2. Indicadores relevantes del comportamiento del consumo de energía en España (2000-2013)

El consumo de energía (incluyendo usos no energéticos) en España experimentó un continuo crecimiento entre 1975 y 2007 (ver figura 1.1). Se observa que, en dicho periodo, el consumo de energía primaria se incrementó un 156 % y el consumo de energía final un 155 %. Sin embargo, esta evolución se truncó a partir de 2007 y hasta el año 2013, cuando el consumo de energía primaria y energía final disminuyeron en un 18 % y 19 % respectivamente. Esta evolución permitió que en el año 2013, el consumo de energía en España se situara a los niveles de 1999.

El estudio comparativo de la evolución del consumo de energía y de la actividad productiva en España muestra que ambas variables experimentaron una evolución similar. Tal y como se muestra en la figura 1.1, el PIB nacional creció un 141,9 % en el periodo de mayor crecimiento del consumo de energía, 1975-2007, para posteriormente reducirse un 7,6 % en el periodo 2007-2013 (INE, 2015).

Figura 1. 1 Evolución del PIB y del consumo de energía primaria y final en España 1975-2013 (incluyendo usos no energéticos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos ME (2001), MITC (2009), MINETUR (2015) y INE (2015).

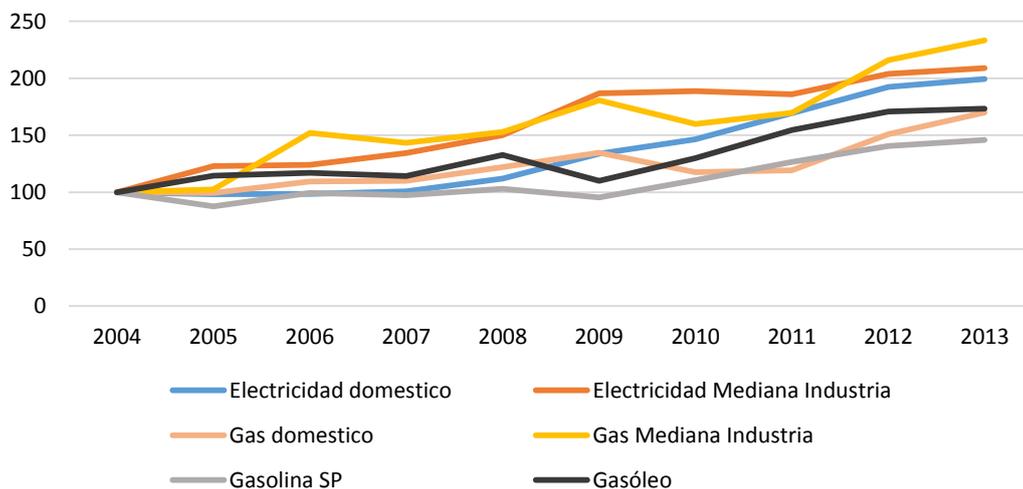
Centrándonos en el periodo objeto de estudio de nuestra investigación, 2000-2013, observamos que existen dos periodos claramente diferenciados, tanto desde el punto energético como desde el punto de vista económico. En el primer subperiodo, 2000-2007, el PIB creció en un 26,9 % (INE, 2015) viniendo acompañado a su vez de un crecimiento de la población de un 13 % (desde 40,5 millones a 45,2 millones de habitantes) (INE, 2016a) y de un descenso de la tasa de paro de 5,6 puntos porcentuales, situándose en el 8,4 % (INE, 2016b), mientras que el consumo de energía primaria creció un 18,4 % y el de energía final en un 19,2 % (MITC, 2009).

Por el contrario, en el segundo subperiodo 2007 – 2013, el PIB se redujo un 7,6 % (INE, 2015) acompañado de un crecimiento tanto de la población de un 4,3 % (INE, 2016a) como de la tasa de paro que se situó en un 26,3 % (18,7 puntos porcentuales superiores a 2008) (INE, 2016b), mientras que el consumo de energía primaria disminuyó en un 18,3 % y el de energía final en un 19,0 % (MINETUR, 2015).

Por tanto, en cómputo global para todo el periodo de análisis, 2000-2013, el consumo de energía primaria se redujo en un 3,3%, mientras que el consumo de energía final se redujo en un 3,4 % (MINETUR, 2015), el PIB y la tasa de paro se incrementaron en un 18,2 % y un 12,3 % respectivamente.

A su vez, este cambio en el consumo de energía final vino acompañado por un aumento en el precio de la energía final considerando los datos oficiales publicados por Eurostat (2015). Tomando como año base el 2004 (primer dato disponible en Eurostat) se observa que el precio de la electricidad para uso doméstico se incrementó en 99 puntos en 2013 y para uso de mediana empresa en 109 puntos. En relación al gas, su precio para uso doméstico aumentó en 70 puntos y para mediana empresa en 133 puntos. Finalmente, respecto al gasóleo y gasolina SP usados en transporte (MINETUR, 2015), su precio se incrementó en 73 y 46 puntos para uso doméstico y de mediana empresa respectivamente (figura 1.2).

Figura 1. 2 Variación de los precios de la energía final en España respecto a 2004



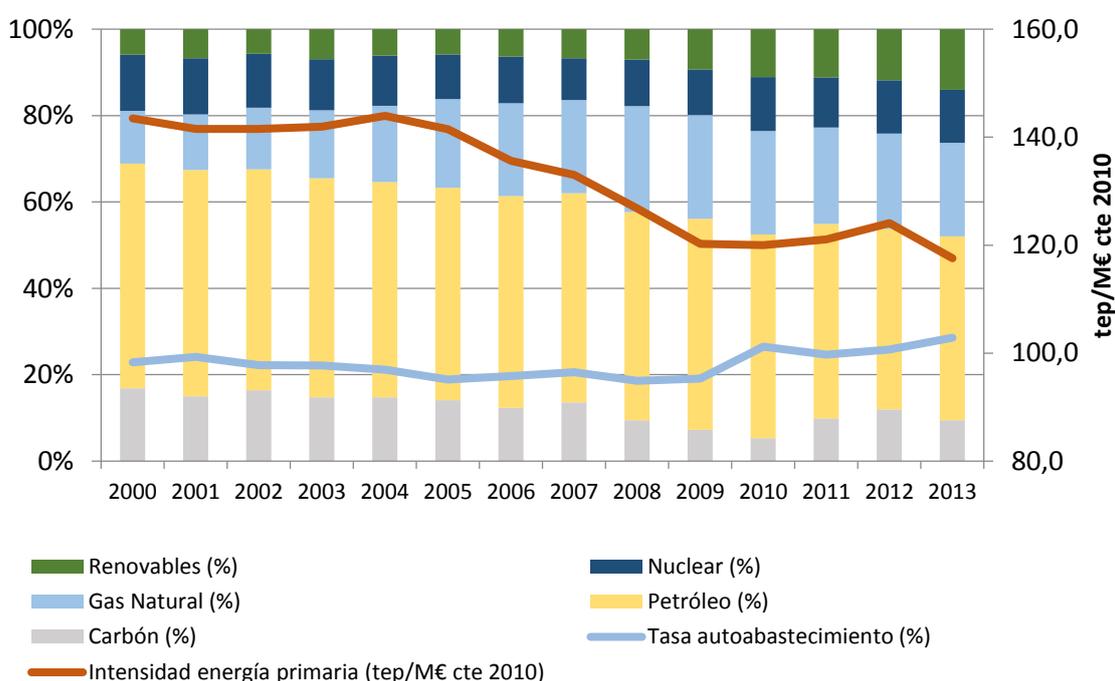
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MINETUR (2015) y Eurostat (2015)

(*) Los precios para la electricidad y gas para uso doméstico, así como gasolina SP y gasóleo incluyen impuestos, mientras que la electricidad y gas para mediana industria no los incluye.

Los cambios experimentados por el consumo de energía en España en el periodo 2000-2013 e influidos por la situación de la economía española, el contexto energético internacional, los acuerdos y compromisos en materia de cambio climático y la planificación energética, han tenido su repercusión en la diversificación de la estructura energética, el grado de dependencia, la intensidad energética, la eficiencia de la conversión así como en las emisiones de GEI asociadas a su utilización.

En primer lugar, durante el periodo de análisis se produjo una importante diversificación de la estructura energética española, gracias a una mayor contribución de las energías renovables y el gas natural y a la reducción del consumo de petróleo y el carbón, manteniéndose constante la energía nuclear (figura 1.3).

Figura 1. 3 Estructura, intensidad y tasa autoabastecimiento energético en España 2000-2013



Fuente: Elaboración propia a partir de datos MITC (2009) MINETUR (2015) INE (2015)

En segundo lugar, la diversificación de la estructura energética española favoreció la reducción de la dependencia energética española y el desarrollo del potencial de recursos renovables que el país presenta (figura 1.3).

En concreto, España presentaba una alta dependencia energética externa, históricamente ocasionada por el bajo grado de autoabastecimiento con la producción energética interior. Los primeros datos disponibles para el año 1980 muestran que la dependencia energética de España era del 77 % (ME, 2001). Esta situación, 33 años después, se redujo en 5,6 puntos, situándose en el 71,4 % (MINETUR, 2015). En concreto, las importaciones de productos energéticos pasaron de representar el 12 % hasta el 23 % del total de las importaciones españolas entre 2000 y 2013. Por el contrario, las exportaciones energéticas sólo representaron el 4 % y el 7 % del total de las exportaciones para esos mismos años respectivamente. Por lo tanto, en ambos años, el saldo de productos energéticos español fue claramente importador: en el año 2000 fue de 15.866,2 M€ y en el 2013 se incrementó hasta 40.993,3 M€ (MEC, 2015). Paralelamente, el peso de las fuentes de combustibles fósiles (principalmente carbón) sobre la producción de energía en España pasó de ser un 75% en el año 2000 a un 6,3 % en el año 2013. En este último año, el resto de la producción procedía de las energías renovables (50,7 %) y la energía nuclear (43 %).

A su vez, como hemos comentado, la mayor diversificación de la estructura energética española puso de manifiesto el importante potencial que tienen las fuentes de energías renovables, principalmente procedente de la energía solar y eólica. Para el periodo de estudio, el potencial total de la energía solar era de 77 millones toneladas equivalente de petróleo (IDAE, 2011a) mientras que en el caso de la energía eólica, el potencial aprovechable equivalía aproximadamente al 50 % de la energía consumida (IDAE, 2011b). De esta forma, la disponibilidad de recursos renovables ha permitido incrementar paulatinamente su aporte a la estructura energética española, pasando de representar el 5,9 % de la energía primaria consumida en el año 2000 a un 14 % en el año 2013 (MINETUR, 2015).

En cuarto lugar, el indicador de intensidad energética, es decir, la fracción que expresa el consumo de energía por unidad monetaria producida, experimentó una continua reducción durante el periodo de estudio (ver figura 1.3). En concreto, el valor de la intensidad de energía primaria pasó de ser 143,5 tep/M€_{cte2010} en el año 2000 para reducirse hasta 117,6 tep/M€_{cte2010}, en 2013 (MINETUR, 2015; INE, 2015).

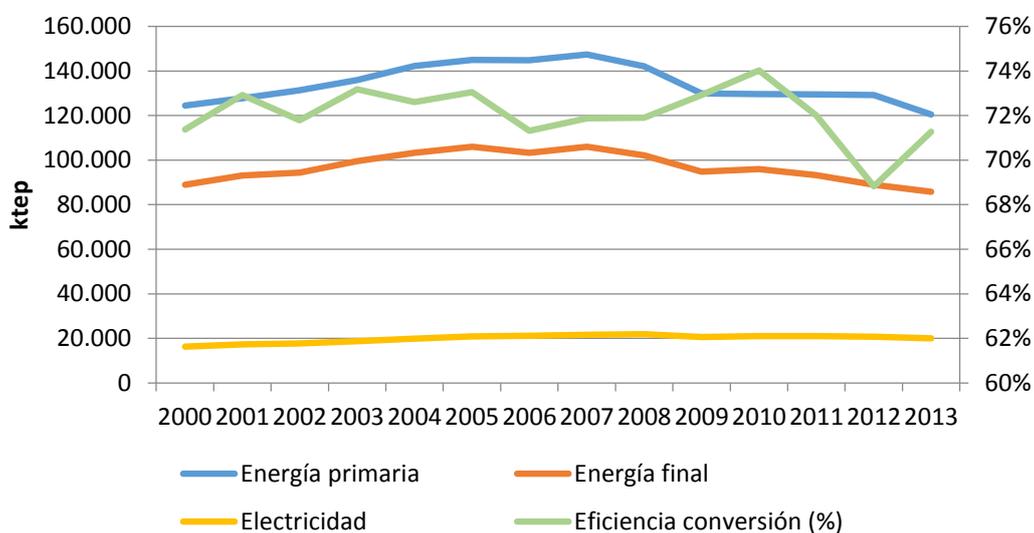
En quinto lugar, los cambios en el consumo de energía en el periodo también han afectado a otro indicador que resulta de especial interés, la eficiencia de la conversión energética, es decir, la relación existente entre el consumo de energía final y el de energía primaria. Este indicador muestra que a mayor eficiencia, menor es la cantidad de energía primaria que es necesaria suministrar para obtener la energía final que será consumida. En el periodo analizado esta relación alcanza un valor medio del 72,1 %, observándose una ligera mejora al pasar de un 71,4 % a un 71,3 % entre 2000 y 2013.

En la evolución del indicador de eficiencia de la conversión, tiene una especial relevancia el consumo de electricidad, dado que forma parte del consumo de energía final. En general, una mejora de la eficiencia energética en el consumo y generación eléctrica, proporciona a su vez, una mejora del indicador de la eficiencia de la conversión. En concreto, durante el periodo 2000-2013, la economía española incrementó notablemente el consumo de electricidad según se observa en la figura 1.3, pasando de representar un 18,2 % del consumo de energía final en 2000 a un 23,2 % en 2013 (MINETUR, 2015). Este incremento del consumo de electricidad contribuyó a reducir el indicador de la eficiencia de la conversión energética del sistema energético, debido al cómputo establecido en la metodología de balance energético de la Agencia Internacional de la Energía y Eurostat (AIE, 2007).

En resumen, un mayor consumo de electricidad supuso más energía primaria empleada, debido a que la eficiencia del sistema eléctrico era muy baja como consecuencia del importante aporte de las centrales de carbón o gas natural. Hasta 2010, la generación de electricidad en España se basaba en más de un 50 % en la

generación con gas natural, carbón y en menor medida petróleo (el resto procedía de la energía nuclear en un 29 % y renovables en un 18 %). No obstante, esta situación cambió en los últimos años debido al importante crecimiento de la generación eléctrica con renovables, especialmente eólica, que en 2013 representó el 68,7 % de la energía eléctrica de origen renovable generada y el 20 % de la electricidad total generada (MINETUR, 2015).

Figura 1. 4 Evolución del consumo de energía primaria, final, electricidad y eficiencia de conversión energética.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos ME (2001) y MINETUR (2015)

En sexto lugar, en cuanto a la evolución de las emisiones de CO₂ en el periodo 2000-2013, se observa una reducción de 17.082,3 Gg en todo el periodo, disminuyendo un 7% respecto a los niveles del año 2000 (MAAMA, 2015). Esta variación fue debida en gran medida a la situación de crisis económica que se produjo en la economía española a partir de 2008. En concreto, hasta el año 2007, las emisiones de CO₂ crecieron un 35% respecto al año 2000, para reducirse un 31 % en el 2013. Asimismo, otros factores contribuyeron a la disminución de las emisiones de CO₂ tales como el

mayor uso de gas natural y, sobre todo, el consumo de energías renovables. Respecto al cumplimiento del acuerdo de Kyoto, desde 1990, España incrementó las emisiones de CO₂ en un 12,7% (MAAMA, 2015), una cifra inferior al límite del 15 % establecido para España como incremento de las emisiones de CO₂.

1.2.1. La planificación energética en España

La política energética española se ha desarrollado a través de diferentes instrumentos de planificación. Hasta el año 1999, los planes energéticos tenían un carácter único, englobando los distintos aspectos relacionados con el sector energético (ahorro y eficiencia, energías renovables e infraestructuras). A partir del año 2000, se comienzan a establecer planes diferenciados, que incluso no se desarrollan con la misma cronología.

Los distintos planes energéticos que han existido en España tienen como denominador común el centrar sus objetivos en tres aspectos:

- a) La necesidad de mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo de energía.
- b) El incremento de la tasa de autoabastecimiento energético para reducir así nuestra dependencia externa.
- c) La promoción de una determinada estructura energética, basada en criterios económicos en los primeros años analizados y posteriormente incorporando criterios ambientales.

La implementación de los distintos planes, aún en algunos casos sin agotar su duración temporal establecida, se ha debido a cambios de tendencia política, a la necesidad de replantear las actuaciones desarrolladas para asegurar la consecución de los objetivos y a la obligación del cumplimiento de las directrices de la Unión Europea.

Como precedentes de la planificación energética que afecta a nuestro periodo de análisis 2000-2013, podemos mencionar los denominados Plan Energético Nacional (PEN): PEN 1975-1985, PEN 1978-1987 (MINER, 1978), PEN 1983-1992 (MIC, 1983) y PEN 1991-2000 (MICT, 1992). Asimismo, durante este periodo se aprobaron la Ley de conservación de la energía (Jefatura de Estado, 1980), la moratoria nuclear (1995) y la liberalización del sector energético (1997).

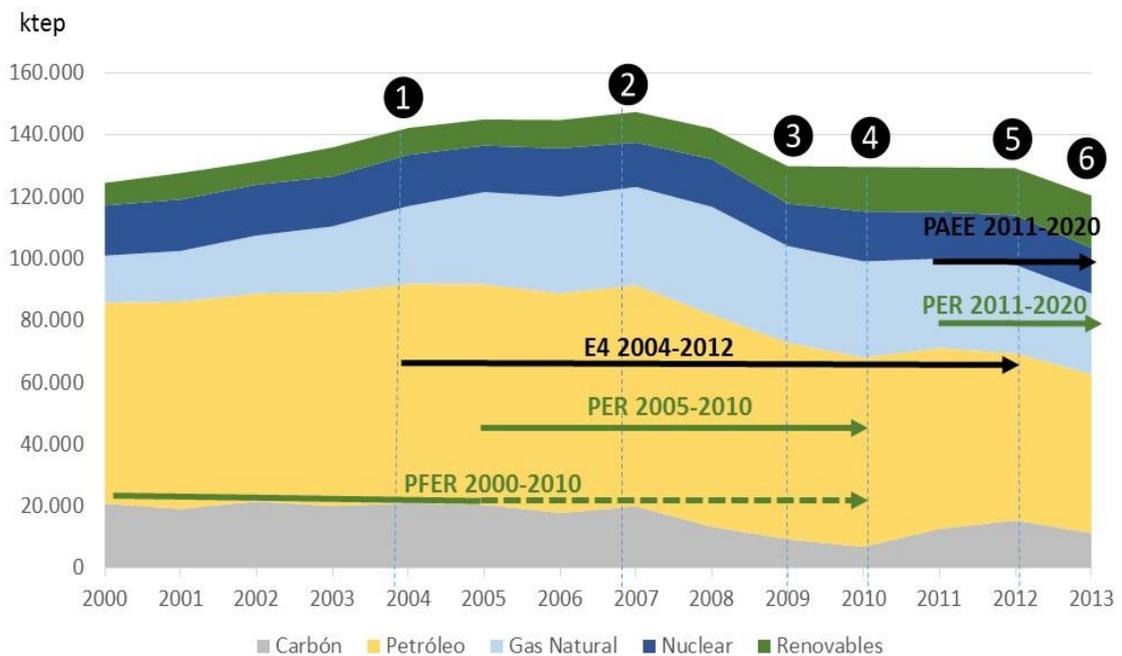
Centrándonos en el periodo 2000-2013, en la figura 1.5 se integra la evolución del consumo de energía primaria desagregada en sus distintas fuentes energéticas, con la sucesión de las distintas planificaciones energéticas y resaltándose los principales hitos que han determinado y/o condicionado la política energética española. En concreto, los hitos más importantes de este periodo fueron los siguientes, enumerados tal y como aparecen en la figura 1.5:

- (1) En 2004 se aprueba la regulación que incidirá favorablemente en el inicio de la generación eléctrica con energías renovables, cogeneración y residuos.
- (2) En 2007 se inicia un periodo de profunda crisis económica que influirá en la reducción del consumo de energía y se aprueba una nueva regulación de la generación eléctrica con energías renovables, cogeneración y residuos que permitirá un importante desarrollo de las energías renovables en España.
- (3) En 2009 se establecen límites para acotar el incremento del déficit de tarifa (Jefatura de Estado, 2009).
- (4) En 2010 (marzo) se fija por parte de la Unión Europea el objetivo 20-20-20 (EC, 2010). Culmina el proceso de gasificación del sistema eléctrico español con la disponibilidad de 27.023 MW de ciclos combinados. Y en diciembre se establecen nuevas medidas para corregir el déficit de tarifa y se limita el funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas de generación eléctrica conectadas a red (Jefatura de Estado, 2010).
- (5) En 2012 (enero) se suspenden los procedimientos de preasignación de retribución del régimen especial, suponiendo la paralización de la

posibilidad de realizar nuevas instalaciones de generación eléctrica con energías renovables, cogeneración y residuos (Jefatura de Estado 2012a). Y en setiembre, se aprueban las medidas fiscales españolas para la sostenibilidad energética, en el que, entre otros, se establecen nuevos impuestos a la generación eléctrica sea cual sea la fuente de energía utilizada (Jefatura de Estado, 2012b).

- (6) En 2013 se aprueba la reforma del sector energético, Ley 24/2013 (Jefatura de Estado, 2013) en sustitución de la Ley 54/1997 (Jefatura de Estado, 1997).

Figura 1. 5 Energía en España 2000 - 2013: Evolución consumo energía primaria, planes e hitos más importantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos MINETUR (2015)

Nota: PFER: Plan de Fomento de las Energías Renovables. PER: Plan de Energías Renovables. E4: Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. PAEE: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética.

A continuación se describen los distintos documentos de planificación energética correspondiente al periodo 2000-2013, destacando aquellos aspectos más relevantes de los mismos y que han incidido en la consecución de los objetivos de la política energética española.

Plan de Fomento de Energías Renovables 2000 – 2010 (PFER 2000)

El Plan de Fomento de Energías Renovables 2000 – 2010 (PFER 2000) (MCT, 1999) realiza una “planificación indicativa”. En este Plan se recogen las previsiones de demanda energética, en base a distintos parámetros económicos, sociales y medioambientales, y se define la estructura energética en cuanto a las distintas fuentes energéticas.

El objetivo del Plan era incrementar el consumo de energías renovables en la estructura energética española pasando de un 5,6% en 1999 a un 12% en 2010. A su vez, el Plan pretendía favorecer la liberalización del mercado energético y asegurar la competencia y transparencia del mismo. También se buscaba asegurar el suministro, potenciar la diversificación de los recursos energéticos y la mejora de la eficiencia energética, al mismo tiempo que reducir el impacto medioambiental del sistema energético. Por otro lado, se consideraba que las energías renovables eran un buen aliado para conseguir un mayor desarrollo regional y promover el empleo.

Para la consecución de los objetivos del Plan se estableció una serie de mecanismos de ayudas públicas, destinadas a la financiación de las inversiones y a la explotación de los proyectos una vez puestos en marcha. Por otra parte, se establecieron ayudas a fondo perdido, tales como las subvenciones de puntos de interés y desgravaciones fiscales de las inversiones. El plan estableció diferentes tipos de medidas (fiscales, estructurales y para la eliminación de barreras) a desarrollar mediante actuaciones específicas a lo largo del periodo de vigencia del plan (tabla 1.1). Las ayudas presupuestadas en el plan se elevaron a 4.865,3 M€, principalmente dedicadas al pago de las primas eléctricas y a incentivos fiscales.

Tabla 1. 1 Medidas a desarrollar en el PFER

Tipo	Definición
FISCALES	Aplicación de deducciones en el impuesto de sociedades en inversiones en proyectos y en I+D+i en energías renovables
	Aplicación de incentivos fiscales en el impuesto de sociedades para PYMEs que inviertan en activos para el aprovechamiento de recursos renovables
	Exención fiscal a los biocarburantes
ESTRUCTURALES	Armonización de requisitos ambientales a cumplir por los proyectos renovables
	Regulación de la tasa de aprovechamiento eólico en favor de las entidades locales
	Establecimiento de primas eléctricas en función del desarrollo tecnológico
	Medidas para favorecer la integración de energía solar en edificios
	Mejora de la regulación de aprobación y conexión a red eléctrica de instalaciones de renovables. Favorecer la conexión a baja tensión de instalaciones fotovoltaicas
ELIMINACIÓN DE BARRERAS	Incentivo para la realización de inversiones en energías renovables
	Creación y adaptación de instrumentos financieros
	Bonificación de los costes del aval en la cobertura de riesgos de PYMEs por las Sociedades de Garantía Recíproca

Fuente: MCT (1999)

Como resultado de la implementación de este Plan, en el año 2004 sólo se había conseguido elevar la contribución de las energías renovables al 6,1 % (MINETUR, 2015), lo que propició la necesidad de realizar una revisión del PFER. Durante la vigencia del plan (2000-2004) la estructura energética española, según se muestra en la figura 1.3, no se había modificado significativamente, con una leve reducción del carbón y la energía nuclear, un descenso de 4 puntos porcentuales del petróleo y un aumento más apreciable del gas natural (6,5 puntos porcentuales). Las energías renovables, objetivo de este plan, sólo incrementaron su contribución a la estructura energética española en 0,5 punto porcentuales. En concreto, hasta el año 2004, sólo tres fuentes renovables habían evolucionado de forma satisfactoria: eólica, biocarburantes y biogás, mientras que el resto de tecnologías avanzaron de forma

más lenta. Especialmente preocupante era la situación de la biomasa (tanto para usos térmicos como eléctricos) que suponía, en el PFER 2000 un 63 % del objetivo global de incremento del consumo de renovables y sin embargo, a finales de 2004 sólo representaba el 9,0 %.

Plan de Energías Renovables 2005 – 2010 (PER 2010)

En el año 2004, debido a que con la aplicación del PFER 2000 sólo se había alcanzado un 28,4 % del objetivo fijado, además del incremento notable del consumo total de energía y de las emisiones de CO₂, se hizo necesario una revisión del plan, dando lugar al Plan de Energía Renovables 2005-2010 (PER 2010) (MITC, 2005a). El nuevo plan fijaba el aporte de renovables para el 2010 en 12,1 %, y se adaptaba a la normativa europea con el objetivo de alcanzar un 30,3 % de generación eléctrica a partir de renovables (29,4 % objetivo indicado en la Directiva 2001/77/CE) y de un 5,83 % para los biocarburantes (el objetivo europeo era de 5,75 %, Directiva 2003/30/CE) (UE, 2001, 2003).

El PER 2010 elevaba la potencia instalada con fuentes renovables hasta 42.495 MW, un 63,6 % superior a la existente en 2004. Asimismo pretendía lograr 4,9 millones de m² (325 ktep) de energía solar térmica, 4.070 ktep de biomasa para uso térmico y 2.200 ktep de biocarburantes en 2010.

El documento PER 2010 realiza un extenso análisis de cada una de las tecnologías, describiendo las barreras existentes, proponiendo el tipo de medida y calendario para su resolución. Estas medidas se compilan y resumen en la tabla 1.2.

Tabla 1. 2 Medidas propuestas por el PER 2005-2010

	MEDIDA
ELECTRICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuar las infraestructuras eléctricas para facilitar la evacuación de energía eléctrica renovable • Actualizar la legislación sobre acceso a la red eléctrica
FINANCIACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el sistema retributivo adecuándolo para el desarrollo de nuevas tecnologías • Apoyos públicos para primeros proyectos termosolares • Apoyo público para la biomasa térmica y su logística de aprovisionamiento (maquinaria agrícola para la recogida de biomasa) así como para energía solar térmica • Sistema retributivo para las instalaciones de co-combustión con biomasa
BIOMASA Y BIOCARBURANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de promoción de cultivos energéticos • Asegurar la logística de los biocarburantes, así como la calidad de los mismos. • Mejora de la logística de recogida de aceites usados para posibilitar la fabricación de biocarburantes
ENERGÍA SOLAR	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del Código Técnico de Edificación para favorecer la incorporación de instalaciones solares térmicas.
FORMACIÓN Y DIFUSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la formación para profesionales del sector de energías renovables • Promoción de las energías renovables entre los ayuntamientos para facilitar su incorporación y adaptación de planes urbanísticos

Fuente: MITC (2005a)

La inversión total del plan era de 24.104 M€, correspondiendo en un 81 % a proyectos de generación eléctrica. También se consideraba la exención de impuestos para biocarburantes. Para la generación eléctrica, como en el caso del PFER, se mantenían las primas a la generación eléctrica. Durante la vigencia del PER 2010 no se estableció ningún sistema retributivo para las instalaciones de co-combustión con biomasa.

La situación energética en España tras el periodo de aplicación del PER 2010 se muestra en la figura 1.5. En el año 2010, la energía primaria aportada con fuentes

renovables se elevó a 14.401 ktep, que equivalía al 11,1 % del consumo total de energía primaria (MINETUR, 2015). Por otra parte, a finales del año 2010, según se muestra en la figura 1.3 la estructura energética española había sufrido un cambio significativo. Respecto a la situación de 2004, el carbón experimentó un descenso de 9,5 puntos porcentuales en la estructura, pasando a contribuir únicamente con el 5,3 % de la energía primaria total, el petróleo descendió 2,6 puntos porcentuales (contribución en 2010 con el 47,1 % del total), el gas natural incrementó en 6,3 puntos porcentuales (participación en la estructura con el 24 %), la energía nuclear experimentó un descenso de 0,8 puntos (contribución del 12,5 %) y las energías renovables se incrementaron en 5 puntos porcentuales.

Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (EA 2004)

Como consecuencia de la situación energética en que se encontraba España, en el año 2003 el gobierno consideró “necesario y oportuno” definir una Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004 – 2012 (E4 2004), por tres motivos fundamentales: *la elevada dependencia energética exterior, la evolución de la economía española con unas tasa de crecimiento anual superior a la europea y la necesidad de reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos* (ME, 2003).

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4), tenía como objetivo conseguir un descenso de la intensidad de energía primaria del 8,8 % en el año 2012. En la figura 1.3 se observa como la intensidad de energía primaria en el año 2000 alcanzaba un valor de 143,5 tep/M€_{cte2010}, en 2012 el valor fue 124,1 tep/M€_{cte2010}, alcanzándose por tanto una reducción del 13,5 %.

La E4 no desarrollaba las actuaciones específicas, tampoco identificaba las administraciones responsables de su ejecución, ni contenía un cuadro financiero. Este mayor detalle se deja para los planes de acción: Plan de Acción 2005 – 2007 y Plan de Acción 2008-2012. En agosto de 2008, para intensificar las acciones que se venían realizando, debido a la situación de la economía y su influencia sobre el

consumo, se aprobó el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008 – 2011.

Plan de Acción 2005-2007

Su objetivo era conseguir un ahorro equivalente al 8,5 % del consumo energético y al 20 % de las importaciones de petróleo. Debido a este último requerimiento, el sector transporte fue objeto de una mayor intervención, ya que el 44 % de la energía primaria a ahorrar provenía de él.

El conjunto de actuaciones propuestas (tabla 1.3) pretendían ahorrar 12 millones de toneladas equivalentes de petróleo y evitar la emisión de 32,5 millones de toneladas de CO₂, lo que suponía un incremento de 2,5 Mt de CO₂ sobre lo inicialmente previsto para el periodo 2004-2007 por la E4. Para conseguir estos objetivos se planificó la necesidad de realizar unas inversiones de 7.926,3 M€ con un apoyo público de 729,1 M€.

Este plan también supuso una innovación importante en la gestión de las medidas a desarrollar. Se estableció un sistema de gestión conjunta entre el IDAE y las Comunidades Autónomas, mediante la firma de convenio específicos, llegándose a cogestionar 540 millones de euros.

Tabla 1. 3 Medidas establecidas en el Plan de Acción 2005-2007

Sector	Actuaciones
Industria	Acuerdos voluntarios entre asociaciones empresariales y administración pública Auditorías energéticas Ayudas públicas a proyectos (dotado con 108 M€)
Transporte	Medidas normativas Planes de movilidad: empresas, urbanas, públicos Renovación del parque móvil: ayudas vehículos más eficientes Cursos conducción eficiente

Sector	Actuaciones
Edificación	Ayudas a la rehabilitación de edificios Renovación de instalaciones térmicas y alumbrado Tipo normativo: transposición Directiva 2002/91/CE de Eficiencia Energética en los Edificios (Código Técnico de la Edificación, revisión Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y procedimiento de Certificación Energética de Edificios)
Equipamiento	Plan Renove electrodomésticos
Servicios Públicos	Renovación y mejora de alumbrado público y depuración aguas urbanas
Agricultura y Pesca	Plan Renove maquinaria agraria Formación sector agrícola
Transformación de la Energía	Creación comisiones mixtas (empresas /administración pública) para seguimiento objetivos E4 Estudios viabilidad y auditorías energéticas cogeneración Apoyo instalaciones cogeneración

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MITC (2005b)

Plan de Acción 2008-2012

Este plan, basado en la experiencia del anterior, incide más en los sectores difusos: transporte, residencial, servicios y agricultura. Tiene como objetivo la consecución de un ahorro de energía primaria de 87.933 ktep/año. Las inversiones a realizar se elevan a 22.185 M€ con la contribución de 2.366,5 M€ proveniente de ayudas públicas. La gestión del plan se realiza mediante la co-gestión entre la Administración Central del Estado y las Comunidades Autónomas (MITC, 2007).

El nuevo plan realiza una apuesta muy significativa por las acciones de comunicación destinando un presupuesto de 40 M€, en lugar de los 6,1 millones del anterior plan.

En cuanto a las medidas de actuación, este plan continúa apostando por las indicadas en el anterior plan, introduciendo la promoción de empresas de servicios energéticos en el sector industrial y el cambio modal con una mayor penetración del ferrocarril y el transporte colectivo en el sector transporte.

El Plan de Acción 2008-2012 fue evaluado en 2010 utilizándose indicadores top-down y bottom-up siguiendo la metodología inicial (IDAE, 2011a). También la Agencia

Estatad de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de los Servicios (AEVAL, 2014) evaluó los resultados obtenidos para el sector de la edificación. Un estudio más amplio de los resultados alcanzados desde el punto de vista de la eficacia de las medidas, muestra que los sectores de transporte y edificios son los que han tenido un mayor impacto desde la perspectiva de eficiencia energética, y desde el punto de vista del indicador de efectividad fueron los sectores de la Administración Pública, primario y edificios (Román y Sanz, 2016).

Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008 – 2011

Se plantearon 31 medidas dirigidas a tres ejes estratégicos: movilidad sostenible (16), edificación sostenible (3) y sostenibilidad energética (12). El ahorro previsto era de 6.000 ktep con unas ayudas establecidas de 245 M€.

En cuanto a las medidas incluidas en este Plan, algunas se encuentran ya recogidas en el Plan de Acción 2008-2012, entre las más novedosas cabe destacar:

- Plan de Activación de Empresas de Servicios Energéticos (ESE), con el que se pretendía alcanzar un 20% de ahorro energético en un conjunto de 330 edificios ligados a distintos ministerios.
- Proyecto Piloto MOVELE, orientado a la introducción de vehículos eléctricos.
- Programa de Reparto de Bombillas de Bajo Consumo (44 millones de unidades).
- Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de los Edificios de la Administración General del Estado, con el que se pretendía reducir el 10% en el consumo eléctrico en los edificios de la Administración Pública

Plan de Energías Renovables 2011 – 2020 (PER 2020)

Este plan es el instrumento español para el cumplimiento de los objetivos de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (UE, 2009). En concreto se establece un nuevo escenario energético para lograr alcanzar que un 20% de la energía total consumida proceda de energías renovables y que un 10% del consumo de energía en el transporte sea también fuentes renovables en 2020 en España (IDAE, 2011b).

El Plan contempla 87 propuestas, de las cuales, casi la mitad son acciones horizontales relativas a todas las tecnologías y el resto sectoriales. Todas estas propuestas se pueden dividir en cinco grandes grupos: marcos de apoyo, propuestas económicas, propuestas normativas, actuaciones en infraestructuras energéticas y por último, acciones de planificación, promoción, información, formación y otras. Dentro de los sistemas de ayudas se proponen los siguientes:

- Régimen Especial de generación eléctrica, mantenimiento del sistema de primas de generación eléctrica con renovables y cogeneración.
- ICAREN, un nuevo sistema de retribución a la generación de energía térmica con renovables, similar a las primas eléctricas.
- Balance neto de electricidad, nuevo sistema para el fomento de la generación distribuida y la compensación de saldos entre consumidor y compañía suministradora.
- Programas de ayuda a la inversión y a la I+D, hasta 2020 se preveían una ayudas de 1.037 M€.
- Programas de financiación, mediante los cuales se pretendía movilizar 2.532 M€ en inversiones con una ayuda pública de 155 M€.

En su conjunto, el plan pretendía movilizar inversiones por un total de 62.797 M€, con unas ayudas públicas de 1.289 M€. Respecto a los efectos del plan se preveía que tendría un impacto positivo de 29.085 M€ (ahorro emisiones de CO₂ y menor

importación de combustibles). Asimismo se estimaba una repercusión sobre el PIB en el periodo del plan de 33.607 M€ y la creación de 302.805 empleos.

Respecto a los resultados obtenidos durante los tres primeros años de vigencia, correspondiendo a nuestro periodo analizado, según se observa en la figura 1.3, el aporte de renovables se incrementó 2,9 puntos porcentuales, situándose en un 14% del total de la energía primaria consumida en España en 2013. Si bien, este avance es adecuado para este trienio, se establecen medidas legislativas, indicadas en la figura 1.5 (hitos 3, 4 y 5), que afectarán al desarrollo de las renovables en España. Cabe señalar al respecto del aviso de la Comisión Europea, en junio de 2015, a España sobre la posibilidad de incumplimiento del objetivo del 20% (European Commission, 2015).

Plan de Acción Ahorro y Eficiencia Energética 2011 - 2020

El Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 (IDAE, 2011c) fue aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 29 de julio de 2011 y da cumplimiento a lo exigido por la Directiva 2006/32/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos (UE, 2006) derogada posteriormente por la Directiva 2012/27/UE (UE, 2012). De acuerdo a estas bases, el plan pretende ahorrar un 20 % del consumo de energía primaria previsto en 2020, lo que representaría un 15,8 % de la energía final.

Las medidas incluidas en este Plan de Acción 2011-2020 tenían previsto un ahorro de energía final en el año 2020 de 17.842 ktep y de energía primaria de 35.585 ktep, calculados con referencia al año 2007 y de acuerdo con la metodología propuesta por la Comisión Europea. Las inversiones asociadas a estas actuaciones se elevan a 45.985 M€ estimándose necesario establecer ayudas por 4.995 M€.

El plan sitúa a la *edificación* como sector más intensivo para la realización de actuaciones, el 59,4 % de las inversiones a realizar serían en este ámbito, le sigue la *industria* con el 17,5 %, la *transformación de la energía* (13 %), *transporte* (6,7 %), los *servicios públicos* (1,8 %), *sector primario* (1,3 %) y *comunicación* (0,3 %).

El impacto económico del plan se preveía en 78.687 M€ (proveniente del ahorro en emisiones de CO₂ y las importaciones de combustibles), asimismo se estimaba un impacto sobre el PIB y la creación de empleos de 48.155 M€ y 762.698 respectivamente.

La Directiva 2012/27/UE indicaba que el objetivo para 2020 debería establecerse sobre las previsiones de consumo realizadas en el año 2007. Por este motivo, el cumplimiento de dicha directiva supondría situar el consumo de energía primaria de España en 142.213 ktep en 2020. Dado que en el año 2013, el consumo fue de 120.446,6ktep (MINETUR, 2015), es plausible la idea de que se pueda alcanzar el objetivo previsto, ya que supondría que el consumo de energía podría experimentar un crecimiento anual de hasta un 2,6 %, cifra muy elevada si consideramos el crecimiento negativo de los últimos años.

1.3. Indicadores relevantes del comportamiento del consumo de energía en Andalucía 2000-2013

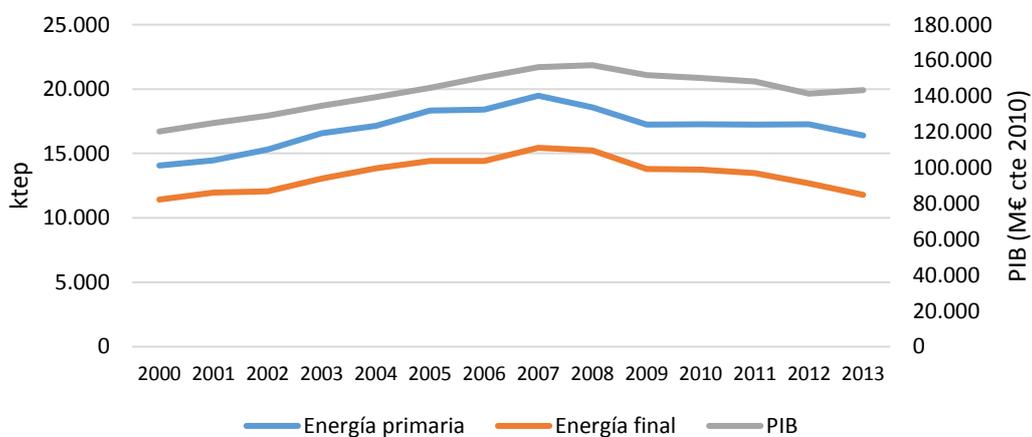
El consumo de energía en Andalucía, durante el periodo 2000-2013, se caracterizó por un crecimiento moderado, truncado por la situación de crisis económica iniciada en 2007. Además, en este periodo, se produjo un incremento de la intensidad energética, una mejora de la tasa de autoabastecimiento energético y una reducción de la tasa eficiencia de conversión energética. Asimismo, las energías renovables experimentaron un elevado crecimiento, posibilitando una estructura más diversificada de las fuentes energéticas utilizadas en Andalucía.

El consumo de energía final (incluido usos no energéticos) en Andalucía en el año 2000 fue de 11.422 ktep (AAE, 2004), produciéndose el máximo consumo en 2007 (15.441,1 ktep) (AAE, 2015) y situándose en 11.794,4 ktep en 2013.

Por su parte, el consumo de energía primaria (incluido usos no energéticos) pasó de 14.065,9 ktep (AAE, 2004) en el año 2000 a 16.396,4 ktep en el año 2013. El máximo consumo de energía primaria se alcanzó en el año 2007, 19.486 ktep (AAE, 2015). Según estas cifras, el consumo de energía primaria se incrementó un 38,5 % (5,5 % de media anual) en el periodo 2000-2007, mientras que se redujo un 15,8 % (2,6 % de media anual) de 2008 a 2013.

En la figura 1.6 se observa cómo, al igual que en España, la evolución del PIB andaluz guarda una similitud con la tendencia seguida por el consumo de energía primaria y final. El máximo de consumo energético se produjo en 2007, mientras que el PIB alcanzó su máximo en 2008. En el periodo 2000-2007, el PIB se incrementó un 30 %, el consumo de energía final un 35,2 % y el consumo de energía primaria un 38,5 %. En cuanto al periodo 2008-2013, el PIB se redujo un 8,3 %, el consumo de energía final y primaria lo hicieron un 23,6 % y 15,8 % respectivamente (AAE, 2004 y 2015; IECA, 2015).

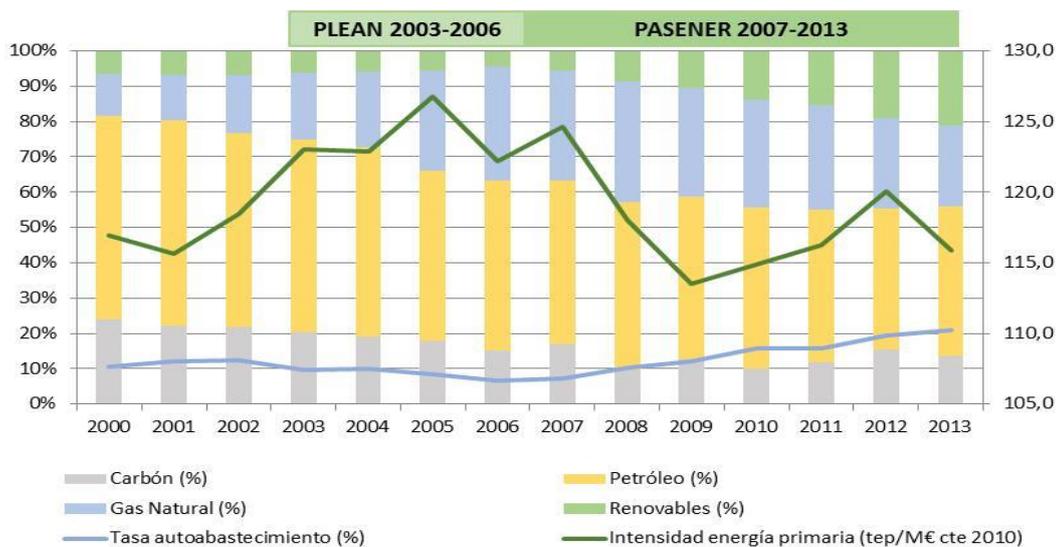
Figura 1. 6 Evolución del PIB y del consumo de energía primaria y final en Andalucía
1995-2013 (incluido usos no energéticos)



Fuente: Elaboración propia a partir de AAE (2004 y 2015) y IECA (2015)

La evolución de los recursos energéticos consumidos en Andalucía, sin incluir la energía procedente de los saldos eléctricos, se recoge en la figura 1.7. En la misma, se observa una tendencia marcada hacia la disminución del uso del petróleo, pasando su contribución del 54,2 % en 2000 al 41,5 % en 2013. Asimismo, el carbón reduce su participación, pasado del 22,7 % al 13,4 % entre 2000 y 2013 respectivamente. Por otro lado, el gas natural muestra un incremento, aunque en los últimos años experimentó un descenso debido a la menor generación de electricidad en los ciclos combinados (en Andalucía existen 7 centrales con una potencia total de 6.037 MW), la menor actividad económica de las industrias, así como su menor expansión para usos residencial y servicios. El gas natural en el año 2013 representaba el 22,3 % del total de la energía primaria, habiendo contribuido a un máximo del 33,6 % en el año 2008. En cuanto a la energía procedente de las fuentes renovables, ésta ha experimentado un crecimiento continuo, pasando de representar un 6,3 % en 2010 a un 20,7 % de la energía primaria en 2013. Este incremento ha sido debido principalmente a la expansión de la generación eléctrica con renovables, que si bien en el año 2000 representaba únicamente el 3,0 %, en el 2013 significó el 38,7 % de la total generada en Andalucía.

Figura 1. 7 Energía primaria en Andalucía 2000 – 2013: estructura, intensidad energética y tasa de autoabastecimiento



Fuente: Elaboración propia a partir de AAE (2004 y 2015) y IECA (2015)

Por otra parte, Andalucía presentaba una alta dependencia (o baja tasa de autoabastecimiento) energética externa (ver figura 1.7), incluso superior a la media española. En el año 2000 esta dependencia se situaba en el 89,3 % (AAE, 2004). A principios del periodo analizado, Andalucía explotaba las minas de carbón existentes, por lo que este recurso representaba prácticamente el 50 % de los recursos propios energéticos, el resto eran energías renovables. Con el cierre de las minas de la provincia de Córdoba de Corta Cervantes y Pozo María (municipio de Fuente Ovejuna), San Antonio (Bélmez) y Corta Ballesta (Espiel), los recursos energéticos propios de la comunidad quedaron limitados a las energías renovables y una muy pequeña cantidad de gas natural. El cese de la actividad carbonera provocó que, en el año 2006, la tasa de autoabastecimientos fuese únicamente del 6,5 %. El auge de las energías renovables permitió incrementar esta tasa hasta el 21 % en el año 2013, proveniente casi en su totalidad de estas fuentes energéticas y únicamente en un 1,6 % de gas natural (AAE, 2015).

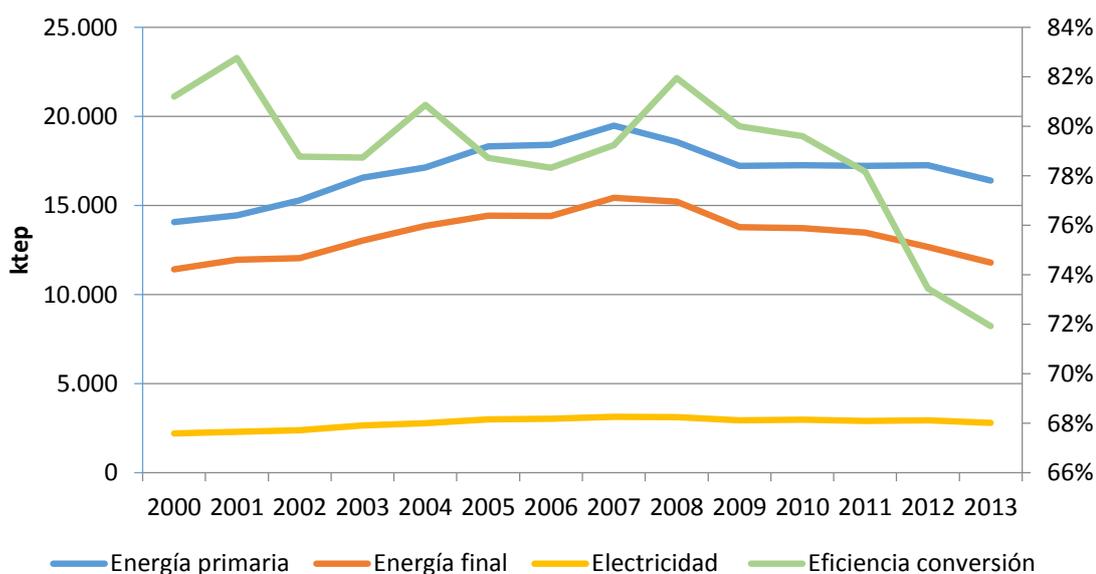
Los recursos energéticos renovables en Andalucía son muy altos, principalmente los provenientes del sol, con una radiación solar media (1.891 kWh/m² año) superior a la española en un 2,7 % (IDAE, 2011d). La energía eólica y la biomasa también tienen un alto potencial, esta última podría llegar a aportar más del 20 % del consumo de la energía primaria consumida (AAE, 2016). También Andalucía posee muchas posibilidades para la explotación de tecnologías aun sin desarrollo en España, caso de la eólica offshore o la energía del mar, en sus diferentes formas (olas, mareas, térmica, etc.).

Al igual que en España, la alta dependencia energética influyó en la balanza de importaciones-exportaciones de productos energéticos de la comunidad andaluza con un saldo netamente importador. En el año 2000, las importaciones de productos energéticos fueron de 5.897,0 M€ y en 2013 se elevaron hasta 19.084,7 M€. En concreto, representaron un 49% y un 62% de las importaciones totales en los años 2000 y 2013 respectivamente (MEC, 2015). Por su parte, las exportaciones evolucionaron desde los 1.350,0 M€ en el año 2000 a 4.215,6 M€ en el 2013.

En cuanto al comportamiento de la intensidad energética primaria en Andalucía en el periodo estudiado, podemos observar dos periodos en la figura 1.7. Entre 2000 y 2007 se incrementó el valor de la intensidad energética, para a partir de entonces iniciar una paulatina y leve reducción. Así, el valor de la intensidad energética se situaba en 116,9 tep/M€_{cte 2010} (AAE, 2004) en 2000, reduciéndose hasta alcanzar un valor de la intensidad en 2013 de 115,9 tep/M€_{cte 2010} (AAE, 2015).

En Andalucía, al igual que en el conjunto del país, también se produjo un proceso de electrificación de su economía. El consumo de electricidad en el año 2000 representaba el 19,4 % elevándose hasta 23,8 % en 2013. Por otra parte, el coeficiente de conversión energética evolucionó negativamente al reducirse y pasar de representar un 81,2 % en 2000 a un 71,9 % en 2013 (AAE, 2004 y 2015). Esta reducción es fundamentalmente debido a la presencia de energías renovables, y en el caso de Andalucía con una mayor cantidad de centrales termosolares y de biomasa (con menor rendimiento de generación que la eólica y/o fotovoltaica).

Figura 1. 8 Evolución del consumo de energía primaria, final, electricidad y eficiencia de conversión energética en Andalucía



Fuente: Elaboración propia a partir de AAE (2004 y 2015)

Finalmente, en cuanto a los saldos eléctricos (diferencias entre las importaciones y exportaciones de energía eléctrica al resto de España), puede observarse que Andalucía presenta un comportamiento irregular (Figura 1.9). Hasta el año 2004, la tendencia era hacia la importación de energía eléctrica. A partir de este año debido a la mayor producción de los ciclos combinados y más tarde de las energías renovables, se observa una cierta autosuficiencia, truncada en los dos últimos años. La razón que explica este singular comportamiento se debe a que Andalucía está plenamente integrada en el sistema eléctrico español, gestionado como operador del mismo por Red Eléctrica Española (REE), por lo que la disponibilidad de funcionamiento de las centrales andaluzas, obedece a pautas fundamentalmente relacionadas con la seguridad del sistema nacional y no únicamente con la demanda regional.

1.3.1. La planificación energética en Andalucía

Desde 1994 la política energética de la Junta de Andalucía ha estado plasmada en distintos documentos de planificación energética, cuyos objetivos siempre han tenido como denominador común: i) la apuesta por el ahorro y la eficiencia energética, ii) la diversificación de fuentes energéticas y en especial el uso de energías renovables, iii) la oportunidad que representa el desarrollo de las infraestructuras energéticas para una mayor vertebración de la extensa región de Andalucía y iv) la consideración de la energía como bien social y cuyo uso debe permitir el desarrollo económico y social de todos los andaluces. Entre los documentos de planificación energética implementados en Andalucía en el periodo objeto de estudio podemos destacar el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) (CEDT, 2003), el cual tiene su continuidad en el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) (CICE, 2007).

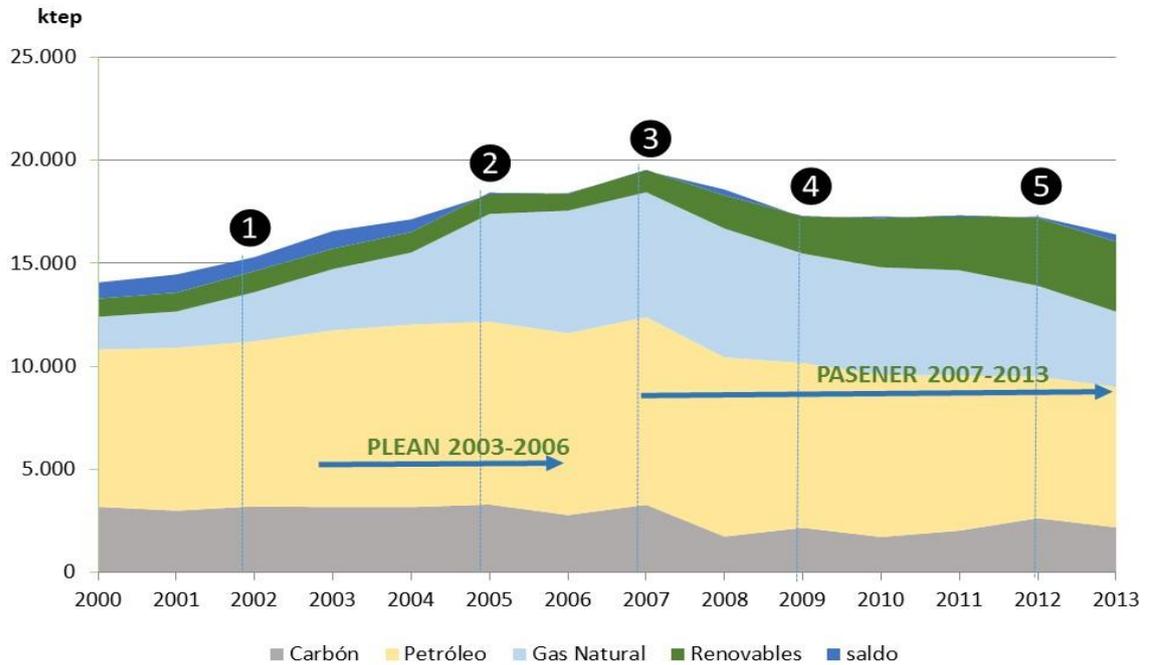
En la actualidad se encuentra en vigor la Estrategia Energética de Andalucía 2020 (CEEC, 2015), que fue redactada previo acuerdo del Consejo de Gobierno en 2013 (CEICE, 2013).

En el proceso de planificación y desarrollo de las políticas energéticas, el gobierno de Andalucía contó con la Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN, S.A.), empresa instrumental pública. A partir de la creación y puesta en marcha de la Agencia Andaluza de la Energía en 2005, una agencia pública empresarial, corresponde a ésta asumir estas competencias.

Centrándonos en el periodo objeto de este estudio (2000-2013), en la figura 1.9 se integra la evolución del consumo de energía primaria, con la sucesión de las distintas planificaciones energéticas, resaltándose los principales hitos que han determinado y/o condicionado la política energética andaluza. En primer lugar, como hitos más importantes para este periodo, podemos destacar los siguientes, enumerados tal y como aparecen en la figura 1.9:

- (1) En 2002 se pone en marcha un sistema de priorización de proyectos de generación eléctrica con energías renovables.
- (2) En 2005 se aprueba un sistema único en régimen no competitivo de incentivos para proyectos de sostenibilidad energética.
- (3) En 2007 se aprueba la Ley 2/2007 de Fomento de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética de Andalucía (Junta de Andalucía, 2007).
- (4) En 2009 se pone en marcha la Red de gestión energética de la Junta de Andalucía (REDEJA).
- (5) En 2012 se produce una paralización de la realización de nuevos proyectos de energías renovables y cogeneración.

Figura 1. 9 Energía en Andalucía 2000 - 2013: Evolución consumo energía primaria, planes e hitos más importantes



Fuente: Elaboración propia a partir de AAE (2004 y 2015)

Nota: PLEAN: Plan Energético de Andalucía, PASENER: Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética

A continuación se describen los distintos documentos de planificación energética correspondiente al periodo 2000-2013, comentándose aquellos aspectos más relevantes de los mismos y que han incidido en la consecución de los objetivos de la política energética andaluza.

Plan Energético de Andalucía 2003 - 2006

Este plan pretendía conseguir un “sistema energético andaluz: suficiente, eficiente, racional, renovable, respetuoso con el medio ambiente y diversificado. Los objetivos básicos que planteaba fueron:

- Trazar el camino para que el 15 % de la energía demandada por los andaluces en el año 2010 tenga su origen en fuentes renovables, obteniendo en el 2006 una cifra significativa de este objetivo.
- Obtener un ahorro energético sobre el consumo tendencial de energía primaria del 4 % en el año 2006, con un horizonte de ahorro del 7,5 % en el año 2010.
- Promulgar la Ley de Ahorro y Eficiencia Energética y para el Fomento de las Energías Renovables (Junta de Andalucía, 2007)
- Creación de la Agencia Andaluza de la Energía.
- Mejorar las infraestructuras eléctricas y de gas, así como equiparar los estándares de calidad de servicio en Andalucía a los del conjunto nacional.

En el año 2006, se habían superado las previsiones del plan respecto al consumo de energía primaria (en un 0,8 %) y final (6,0 %). En cuanto a la estructura energética proyectada, las energías renovables son las que se alejaron más de los objetivos previstos (alcanzándose únicamente un 45 %) y el resto de fuentes energéticas (gas natural, carbón y petróleo) superaron el objetivo del plan. Respecto a la potencia eléctrica instalada se sobrepasó en un 33 % los objetivos de ciclos combinados con gas natural, mientras que los de energías renovables sólo se alcanzaron en un 45 % (AAE, 2015).

Las inversiones previstas en el plan ascendían a 6.012,7 M€, correspondiendo el 46,1 % a las energías renovables, 31,1 % a infraestructuras eléctricas, 13,6 % infraestructuras gasistas y el 9,2 % a ahorro y eficiencia energética.

Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007 - 2013

El Plan (PASENER) basa su estrategia en la configuración de un nuevo modelo energético para Andalucía. Los pilares fundamentales de este modelo son: una mayor diversificación energética, aprovechamiento de recursos energéticos

autóctonos y renovables, gestión de la demanda y la innovación. Los objetivos estratégicos que establece son:

- Priorización de las energías renovables como medida para incrementar el autoabastecimiento, la protección del medio ambiente y la implantación de un sistema energético distribuido.
- Involucrar al conjunto de la sociedad en los principios de la nueva cultura energética.
- Contribuir a la ordenación equilibrada del territorio y al crecimiento económico mediante las infraestructuras energéticas.
- Impulsar un tejido empresarial basado en la economía del conocimiento en el ámbito de las tecnologías energéticas.

El plan proponía 104 medidas de actuación, consistentes principalmente en la subvención a proyectos de mejora energética e implementación de energías renovables, destinados a empresas, administración y ciudadanos, así como a la difusión y la formación en materia energética, el desarrollo de mejoras en las infraestructuras energéticas y la implantación de una mayor eficiencia energética en la Administración de la Junta de Andalucía. El plan preveía un aporte de 641,7 millones de euros de financiación pública. Las energías renovables con el 44,1 % acaparaban la mayoría de las ayudas, seguidas por el ahorro y la eficiencia energética (38,8 %), infraestructuras (10,6 %) y difusión y promoción (6,5 %).

A finales de 2013 se habían superado principalmente los objetivos relacionados con las fuentes renovables, por ejemplo se alcanzó un 20,6 % de aporte de energías renovables respecto al consumo de energía primaria (el objetivo del plan era 18,3 %) o la producción bruta de electricidad con energías renovables fue del 43,2 % (objetivo 32,2 %). También se superó la previsión de mejora de la intensidad energética primaria, se redujo un 7,6 %, mientras que el objetivo era del 1 % (CEEC, 2015).

El resto de los objetivos (ahorro de energía primaria, consumo de biocarburantes, gasificación de los municipios andaluces y reducción de emisiones de CO₂) no se alcanzaron. En el caso de las emisiones de CO₂ influyeron el no cumplimiento de las previsiones de reducción del consumo de energía primaria y el menor desarrollo de las infraestructuras gasistas.

En cuanto a la estructura energética de consumos de energía primaria, el plan no favoreció significativamente la reducción de la contribución del carbón y el petróleo sólo redujo su aporte en 2,6 puntos porcentuales respecto a 2004, situándolo en 2013 en 43,2 %. Además, el plan preveía que el gas natural representara el 34,7 % del total de energía primaria consumida en 2013, debido al menor funcionamiento de los ciclos combinados y la ralentización de la expansión de estos combustibles para usos finales. Este combustible sólo aportó el 23,3 % en 2013 (AAE, 2015).

1.4. Síntesis de la situación energética de España y Andalucía entre 2000 y 2013

España configura un sistema energético muy dependiente del exterior, en cuanto a los recursos energéticos consumidos. El sistema energético español está formado por las infraestructuras energéticas, la regulación y normativa del sistema y del mercado energético, las normas de la Unión Europea que obligan a España como Estado Miembro y las relaciones existentes entre los distintos actores del mercado. Andalucía está integrada en este sistema energético, no existiendo características que puedan definir al conjunto de infraestructuras energéticas y normativa propia andaluza como un sistema energético autónomo.

Durante los años objeto de estudio, en ambas economías, se pusieron en marcha diferentes planificaciones energéticas teniendo como objetivos: i) mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo de energía, ii) disminuir la tasa de dependencia energética, iii) incrementar el aporte de energías renovables en la

estructura energética. En paralelo, como impacto y efecto directo de estas políticas se pretendía: a) reducir las emisiones de CO₂, b) hacer un sistema energético más sostenible económicamente y c) movilizar inversiones y crear empleo.

Para conseguir estos logros, los diferentes planes, como hemos visto en los apartados anteriores, pusieron en marcha medidas relacionadas con las subvenciones a la inversión, la retribución a la energía eléctrica generada con energías renovables y con cogeneración, exenciones de impuestos (principalmente biocarburantes) y otras medidas de tipo regulatorio y normativo.

En el periodo objeto de nuestro estudio, el consumo de energía, tanto en España como en Andalucía evolucionó de forma análoga al PIB. Así observamos dos subperiodos, uno de crecimiento económico y de mayor consumo de energía (2000-2007) y un segundo subperiodo de recesión económica y fuerte desaceleración del consumo de energía (2008-2013).

Durante el periodo 2000-2013, el autoabastecimiento energético mejoró moderadamente. Mientras en España pasó de ser el 22,9 % al 28,6 %, en Andalucía se duplicó, pasando del 10,7 % al 21,0 %. Este mayor incremento en Andalucía fue debido a la mayor contribución de las energías renovables que pasaron de representar 6,3 % al 20,7 %, mientras que en España las energías renovables pasaron de contribuir con el 5,9% al 14,0 %.

A pesar del menor peso relativo de las energías renovables en España que en Andalucía, la tasa española de autoabastecimiento es mayor debido a la participación de los recursos de origen nuclear (12,3 % de la energía final) y a una cierta cantidad de combustibles fósiles, que equivale al 6,3 % del consumo de la energía propia española.

Otros parámetros relevantes de nuestro sistema energético son la intensidad energética y la eficiencia de la conversión, estando relacionados ambos con la eficiencia energética. Tanto en España como en Andalucía, ambos parámetros han tendido a converger hacia valores similares al final del periodo. Así la intensidad

energética primaria en España en 2013 se situaba en 117,6 tep/M€_{cte2010} y en Andalucía 115,9 tep/M€_{cte2010}, representando una reducción del 18 % y 0,9 % respectivamente. Respecto a la tasa de conversión energética en España se redujo un 0,1 %, mientras que en Andalucía aumentó un 9,6 %, situándose en 2013 en 71,3 % y 73,4 % respectivamente.

Entre 2000 y 2013, la evolución del consumo de energía ligado a la actividad económica, la mejora de la eficiencia energética así como los cambios en las fuentes de energía renovables y no renovables utilizadas en nuestro mix energético, son algunas de las variables claves que permiten explicar los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía. Por otra parte, la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética y de promoción de energías renovables durante este mismo periodo, supone un elemento más de análisis en los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía.

1.5. Bibliografía capítulo 1

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2004). Datos energéticos 2004. https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/datos_energeticos_2005_definitivo.pdf (Consultado 05/01/2015).

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2015). Datos energéticos. INFO-ENERGIA. <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/ciudadania/estadistica-info-energia> (Consultado 21/10/2015).

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2016). Biomasa y biogás. <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/ciudadania/biomasa-y-biogas> (Consultado 15/11/2016).

Agencia Estatal de Evaluación de Políticas Públicas y de la Calidad de los Servicios Públicos, AEVAL (2014). Evaluación del Plan de Ahorro y eficiencia energética 2008-2012. http://www.aeval.es/es/difusion_y_comunicacion/publicaciones/Informes/Informes_de_Evaluacion/Evaluaciones_2013/E34.html (consultado 14/12/2016)

Agencia Internacional de la Energía, AIE (2007). Manual de Estadísticas Energéticas https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual_spanish.pdf (Consultado 27/12/2015).

- Altshuler J. (2015). La energía y el hombre. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia23/HTML/articulo09.htm> (Consultada 19/11/2015).
- Banco Mundial (2015). World Development Indicators: Energy production and use. <http://wdi.worldbank.org/table/3.6> (Consultada 20/11/2015).
- Comisión Europea (2011). Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050. COM (2011) 112 de 8.3.2011
- Consejería de Economía y Hacienda, CEH (1994). Plan Energético de Andalucía 1994-2000.
- Consejería de Economía Innovación Ciencia y Empresa, CEICE (2013). Acuerdo de 26 de febrero de 2013, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación de la Estrategia Energética de Andalucía para el período 2014-2020. BOE nº 42 de 1 de marzo de 2013, 12-15.
- Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, CEDT (2003). Plan Energético de Andalucía 2003 – 2006 (PLEAN).
- Consejería de Empleo, Empresa y Comercio CEEC (2015). Estrategia Energética de Andalucía, 2020.
- Consejería de Industria Comercio y Turismo, CICT (1995). Plan Energético de Andalucía 1995-2000
- Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, CICE (2007). Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007 – 2013 (PASENER).
- dos Santos Gaspar, J., Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2017). The traditional energy-growth nexus: A comparison between sustainable development and economic growth approaches. *Ecological Indicators*, 75, 286-296.
- European Commission, EC (2010). Communication from the European Commission. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth COM (2010) 2020 final.
- European Commission, EC (2014). A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. COM (2014) 15 final.
- European Commission, EC (2015). Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Renewable energy progress report COM(2015) 293 final.
- Eurostat (2015). Energy statistics prices. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables> (Consultado 17/12/2015).
- Eurostat (2017). Producción e importaciones de energía. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports/es#Principales_resultados_estad.C3.ADsticos (Consultado 19/10/2015).
- IDAE (2011a). Plan de Acción Ahorro y Eficiencia Energética 2011 – 2020. Documento Anexo

- IDAE (2011b). Plan de Energías Renovables 2011 - 2020
- IDAE (2011c). Plan de Acción Ahorro y Eficiencia Energética 2011 – 2020
- IDAE (2011d). Evaluación del Potencial de Energía Solar Termoeléctrica http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e12_termoelectrica_A_fd47d41f.pdf (Consultado 20/10/2015).
- IECA (2015). Contabilidad regional anual de Andalucía. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/craa/index.htm> (Consultado 21/10/2015).
- INE (2015). Contabilidad Nacional de España. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft35%2Fp008&file=inebase&L=0> (Consultado 21/10/2015).
- INE (2016a). Principales series de población desde 1998. www.ine.es Consultada 31/01/2016.
- INE (2016b). Encuesta población activa. <http://www.ine.es/> Consultada 31/01/2016.
- Jefatura de Estado (1980). Ley 82/1980, de 30 de diciembre de 1980 de Conservación de la Energía. BOE nº 23 de 27 de enero de 1981, 1863 - 1866.
- Jefatura de Estado (1997). Ley 54/1997, de 27 noviembre del Sector Eléctrico. BOE nº 285 de 28 de noviembre de 1997, 35097 – 35126.
- Jefatura de Estado (2009). Real Decreto-Ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social. BOE nº 111 de 7 de mayo de 2009, 39404 - 39419.
- Jefatura de Estado (2010) Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. BOE nº 312 de 24 de diciembre de 2010, 106386-106394.
- Jefatura de Estado (2012a) Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. BOE nº 24 de 28 de enero de 2012, 8068 – 8072.
- Jefatura de Estado (2012b). Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética. BOE nº 312 de 28 de diciembre de 2012, 88081 - 88096 .
- Jefatura de Estado (2013). Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. BOE nº 310 de 27 de diciembre de 2012, 105118 – 105294.
- Jevons, WS (1865). The coal question: An inquiry concerning the progress of the Nation, and the probable exhaustion of our coal mines. Ed. Mcmillan & Co., Londres.

- Junta de Andalucía (2007). Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía. BOJA nº 70, 7-16.
- Martinez-Alier J. (1990). Ecological Economics: Energy, Environment and Society. History of Political Economy Winter 22(4), 745-747.
- Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens W (1972). Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad. México: fondo de cultura económica.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAAMA (2015). Sistema español de inventario de emisiones. <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/> (Consultado 23/10/2015).
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, MCT (1999). Plan de Fomento de las Energías Renovables para el periodo 2000-2010. Madrid.
- Ministerio de Economía, ME (2001). La energía en España 2000.
- Ministerio de Economía, ME (2003). Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012.
- Ministerio de Economía y Competitividad, MEC (2015). Estadísticas del comercio exterior español. http://datacomex.comercio.es/principal_comex_em.aspx (Consultado 22/09/2016).
- Ministerio de Industria y Comercio, MIC (1983). Plan Energético Nacional 1983-1990. BOE de 14 de mayo de 1984, pp. 385-469.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, MICT (1992). Plan Energético Nacional 1991-2000.
- Ministerio de Industria y Energía, MINER (1978). Plan Energético Nacional 1978-1987. Colección Documentos, 4, Madrid, 138.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR (2015). La Energía en España 2014.
- Ministerio de Industria, Tecnología y Comercio, MITC (2011). Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITC (2005a). Plan de Energías Renovables 2005-2010.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITC (2005b). Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética España 2004-2012. Plan de Acción 2005-2007.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITC (2007). E4. Plan de Acción 2008-2012.

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITC (2009). La Energía en España 2008.
- Naciones Unidas (1990). IPCC – Primera evaluación. Cambio climático. http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/English/ipcc_90_92_assessments_far_overview.pdf (consultado 12/12/2016)
- Naciones Unidas (1995a). Mandato de Berlín Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Primera conferencia de las Partes.
- Naciones Unidas (1995b). IPCC – Segunda evaluación. Cambio climático. <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-sp.pdf> (consultado 12/12/2016)
- Naciones Unidas (1997). Protocolo de Kioto. Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Tercera conferencia de las Partes.
- Naciones Unidas (2015). Manual del Sector de la Energía. Quema de combustibles. <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=relaci%C3%B3n%20combustibles%20f%C3%B3siles%20emisiones%20de%20efecto%20invernadero> (Consultado 21/10/2015).
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy–growth nexus. *Energy policy*, 38(1), 340-349.
- RAE (2015). Diccionario de la lengua española. <http://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/la-23a-edicion-2014> (Consultado 19/10/2015).
- Román R., Sanz M.T. (2016) Analysis of energy end-use efficiency policy in Spain. *Energy Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.041><http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.041>
- UNFCCC (2015). GHG emission profiles. http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/ghg_profiles/items/4625.php (Consultado 09/12/2015)
- Unión Europea, UE (2001). Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.
- Unión Europea, UE (2003). Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte.
- Unión Europea, UE (2006). Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo.

Unión Europea, UE (2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

Unión Europea, UE (2012). Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

Capítulo 2. Metodología

2.1. Principios del Análisis de Descomposición

El Análisis de Descomposición (AD) permite determinar y calibrar los distintos factores socioeconómicos, energéticos o ambientales que explican los cambios en algún parámetro, en nuestro caso el consumo de energía en un periodo de tiempo. El aspecto determinante es lograr una descomposición en diferentes factores que permitan explicar el comportamiento del parámetro analizado. La realización de un AD conlleva una serie de etapas:

1. Definición de los datos disponibles para el análisis y su grado de desagregación. En esta primera etapa también se puede conseguir un grado mayor de desagregación, a través de su procesado matemático.
2. Definición del periodo de tiempo a estudiar, este en primer lugar viene determinado por la disponibilidad de datos. El periodo de tiempo puede ser una serie de años encadenados o bien un intervalo de tiempo (inicial y final).
3. Definición del indicador que va a ser investigado. Este puede ser absoluto (por ejemplo consumo de energía, nuestro caso), una intensidad (por ejemplo la intensidad energética medida como el consumo de energía por unidad económica de output) o de elasticidad (por ejemplo el cambio relativo en el indicador dividido por el cambio relativo en el output) (Cellura et al., 2012).
4. Selección del método AD a seguir, esto además conlleva elegir los factores de la descomposición y la forma de presentar los resultados (descomposición aditiva o multiplicativa). En la forma aditiva se descomponen los cambios absolutos del indicador, mientras que en la multiplicativa se descomponen los cambios relativos. En la selección del método AD la existencia de “residuo” es una

cuestión fundamental a ser considerada, al objeto de obtener una descomposición completa.

5. Aplicación del método matemático y, a partir de los datos disponibles, obtención de resultados.

En cuanto a los métodos AD existentes estos se engloban en el Análisis de Descomposición Estructural (Structural Decomposition Analysis en inglés, SDA) y Análisis de Índices de Descomposición (Index Decomposition Analysis en inglés, IDA). En términos generales, podemos señalar que el SDA utiliza como base el modelo económico input-output (IO) (Tablas input-output TIO), pudiendo determinar los efectos directos e indirectos asociados a los cambios en la variable estudiada. De esta forma, el efecto directo mide el cambio en el consumo de energía de un sector, mientras que el efecto indirecto mide la variación del consumo de energía que se produce sobre el resto de sectores a partir del cambio en el consumo de energía directo de un sector. El efecto indirecto se produce debido a la interrelación existente entre los sectores. Por otro lado, el método IDA utiliza información sectorial agregada, sólo pudiendo medir el efecto directo. Existen otras muchas diferencias entre ambos métodos, en la tabla 2.1 se indican las principales.

Tabla 2. 1 Principales diferencias entre los métodos IDA y SDA

	IDA	SDA
Tipo de impacto obtenido	Directo	Directo/Indirecto
Disponibilidad de datos	Agregados	TIO
Requerimiento de datos	Bajo	Alto
Cálculos matemáticos	Básico	Medio
Actualidad datos	Alto	Medio/bajo
Nivel de detalle en el análisis de una estructura económica	Baja	Alta
Efecto demanda	No	Si
Efecto producción	Si	Si
Efecto tecnológico (Leontief)	No	Si
Efecto intensidad	Si	Si
Efecto estructura	Si	No
Tipo análisis más común	Sectorial	Toda la economía

Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra y Van der Berg (2003), Hatzigeorgiou et al. (2010) y Cellura et al. (2012).

Ambos métodos pueden ser utilizados en forma aditiva o multiplicativa, aunque el análisis SDA multiplicativo es poco usado por los investigadores (Su y Ang, 2012).

La cantidad y tipo de datos necesarios para cada uno de los métodos determina el método de cálculo matemático y la temporalidad de los análisis efectuados. En concreto, la utilización del método SDA está condicionado por la temporalidad con la que se publican las tablas TIO necesarias para su implementación. De esta forma, en el caso de España y Andalucía la última tabla disponible es la de 2010 respectivamente (INE, 2016 e IECA, 2016).

Por otra parte, otro factor importante que condiciona el método de descomposición es la desagregación con la que es posible analizar los datos de consumo de energía. Para el caso español, los datos de consumo de energía proceden del balance de energía final publicado por el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), los cuales están disponibles para 24 ramas de actividad (ver tabla 2.2). Por este motivo, la utilización del método SDA queda condicionado por la necesidad de vincular los datos de consumo de energía (disponibles para 24 sectores) con los datos disponibles en las tablas TIO (desagregados para 73 ramas de actividad). Esta tesis ha desarrollado una metodología que permite ampliar la desagregación de los datos de consumo de energía a las 73 ramas de actividad disponibles en las TIO para así lograr el máximo nivel de información disponible (ver anexo B).

Tabla 2. 2 Ramas de actividad con datos de energía final en España

INDUSTRIA
Extractivas (no energéticas)
Alimentación, bebidas y tabaco
Textil, Cuero y Calzado
Pasta, Papel e Impresión
Química
Minerales No Metálicos
Siderurgia y Fundición
Metalurgia no férrea
Transformados Metálicos
Equipo Transporte

INDUSTRIA
Construcción
Resto Industria
Madera, Corcho y Muebles
Otras
TRANSPORTES
Carretera
Ferrocarril
Marítimo
Aéreo
Oleoductos
Otros no especificados
USOS DIVERSOS
Agricultura
Pesca
Comercio, Servicios y Administración Pública
Residencial
Otros no especificados

Fuente: IDAE (2014)

Existe una literatura extensa sobre la metodología IDA y SDA, siendo cada vez más frecuente su utilización en los últimos años en el ámbito del análisis de las emisiones de CO₂ y del consumo de energía. En relación a la metodología SDA, para el periodo 1972-2001, Hoekstra (2002) identificó un total de 16 trabajos relacionados con la energía y 9 sobre emisiones. Posteriormente, para el periodo 1999-2010, Su y Ang (2012) identificaron 16 trabajos sobre energía y 27 de emisiones. En cuanto a la metodología IDA, Ang y Zhang (2000) contabilizaron que se habían publicado hasta entonces, 90 trabajos sobre energía y 33 sobre emisiones. Por último, Xu y Ang (2013) centraron sus investigaciones únicamente en el análisis de emisiones, identificando 53 trabajos publicados en el periodo 1999-2009. Desde 2014 hasta la actualidad, se han publicado más de 600 trabajos que emplean metodología de análisis de descomposición.

Los trabajos que emplean la metodología AD analizan el consumo de energía, primaria o final, para una economía determinada (país, región o grupo de países - OCDE, Unión Europea, Asia, etc.). También el análisis puede radicar sobre distintos

tipos de energía: consumo de electricidad, petróleo, carbón, gas natural, energías renovables, etc. En cuanto a su alcance, en el caso de IDA se realizan trabajos intersectoriales o bien centrados en un único sector, mientras la metodología SDA aborda el conjunto de ramas de actividad que forman una economía con un mayor o menor grado de desagregación, dependiendo de la disponibilidad de los datos.

2.2. Metodología SDA – Análisis de descomposición estructural

El análisis SDA, como ya se ha mencionado anteriormente se basa en las tablas input-output desarrolladas por Leontief (1936), que contribuyeron a los posteriores análisis en el ámbito de las emisiones y la energía (Leontief, 1970; Leontief y Ford, 1972).

Desde los trabajos seminales (Rose y Chen, 1991; Rose y Casler, 1996) que emplean el método de descomposición estructural, los aspectos esenciales a la hora de abordar un análisis SDA son la descomposición de la variable analizada en diferentes factores y, por otro lado, el empleo de un desarrollo matemático para el cálculo de los mismos. La literatura científica da respuesta a ambos condicionantes. Por un lado, en cuanto al uso y propuesta de diferentes factores de descomposición podemos citar los trabajos de Wachmann et al. (2009), Weber (2009), Nie y Kemp (2013), Zeng et al. (2014), Xie (2014), Guevara y Rodrigues (2016) o Zhong, (2016), así como el número óptimo de factores de descomposición en relación al grado de información ofrecida (Owen et al., 2014). Por su parte, respecto a las diferentes técnicas con las que abordar los trabajos de descomposición, podemos destacar las aportaciones de Dietzenbacher y Los (1998), Hoekstra y van der Bergh (2002), Hoekstra y Van der Bergh (2003) o Su y Ang (2012).

A continuación se expone la base de la metodología SDA, según las expresiones de Leontief (1936 y 1986) mediante un modelo simplificado de análisis. En primer lugar indicar que el modelo de análisis input-output análisis se define por la ecuación:

$$x = Ax + y \quad (2.1)$$

Donde x es el vector output de las n industrias, de dimensión $n \times 1$, A es la matriz de coeficientes técnicos de dimensión $n \times n$ cuyos elementos son a_{ij} , e y representa el vector final de demanda de dimensión $n \times 1$. La matriz A es obtenida de la Tabla Simétrica a precios básicos.

Operando la expresión (2.1) obtenemos:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y = L \cdot y \quad (2.2)$$

Donde I representa la matriz unidad e $(I - A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief (L) de dimensiones $n \times n$.

Al objeto de determinar la demanda final de energía, la expresión (2.2) es premultiplicada en ambos lados por un vector de energía consumida por unidad de output (i).

$$E = i \cdot L \cdot y \quad (2.3)$$

Donde E es el vector de demanda de energía de las n ramas de actividad (dimensión $n \times 1$).

Al objeto de ahondar en las causas de la variación del consumo de energía en un periodo de tiempo (subíndice 0 para el momento inicial y T para el final), aplicaremos la metodología SDA. La descomposición estructural vendrá definida por la expresión:

$$\Delta E = i_T L_T y_T - i_0 L_0 y_0 \quad (2.4)$$

Respecto a los métodos existentes para resolver el cálculo de ΔE y establecer el valor de cada efecto, existen diversos procedimientos. Su y Ang (2012) analizaron la evolución histórica de los mismos, determinando que en una primera fase se usaban métodos *ad hoc*, caracterizados principalmente por no ser exacta la descomposición, para posteriormente establecer métodos de descomposición exacta. Los métodos *ad hoc* se basan en la variación de un parámetro manteniendo el resto fijos. En estos métodos se usan índices de Laspeyre y Paasche.

Más tarde, Betts (1989) introdujo dos métodos de descomposición exactos. No obstante, tanto los métodos *ad hoc* como los propuestos por Betts no son ideales, dado que el resultado de la descomposición depende de la secuencia de los factores en el producto. Posteriormente Dietzenbacher y Los (1998) propusieron utilizar la media de las $n!$ expresiones exactas de descomposición, para obtener así una descomposición exacta e ideal (método D&L). A su vez, Seibel (2003) probó que el método D&L tenía sólo 2^{n-1} diferentes coeficientes para cada factor, lo que reducía el número de cálculos.

El principal inconveniente de estos métodos es la complejidad de su resolución (Cansino et al., 2016). Por ello, para el método D&L se han propuesto varias técnicas para su resolución: Dietzenbacher y Los (1998) aplicaron la media de la descomposición polar en un periodo y De Haan (2001) utilizó la media de los pares de ecuaciones especulares. Ambas técnicas aunque exactas, no son ideales, ya que presentan una desviación comprendida entre 0,9 % y 7,7 % (Dietzenbacher y Los, 1998). Posteriormente el método LMDI-I propuesto inicialmente para descomposición en índices (Ang y Choi, 1997), se ha aplicado también a los estudios que aplican SDA como son los casos de Boer (2008, 2009), Wachsmann et al. (2009), Weber (2009) o Wood (2009).

En la revisión de Su y Ang (2012) que comprendía 44 trabajos sobre energía y emisiones desde 1999 a 2010, identificaron un total de 11 estudios que utilizaban un método *ad hoc*, 23 D&L, 6 LMDI y 4 eran clasificados como “otros”. En nuestro trabajo utilizaremos el método D&L definido por la media de las expresiones (2.5) y (2.6), que aplicado a la descomposición expuesta por la ecuación (2.4) resulta la expresión (2.7).

$$\Delta E = \Delta t L_T y_T + i_0 \Delta L y_T + i_0 L_0 \Delta y \quad (2.5)$$

$$\Delta E = \Delta t L_0 y_0 + i_T \Delta L y_0 + i_T L_T \Delta y \quad (2.6)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}(\Delta L_T y_T + \Delta L_0 y_0) + \frac{1}{2}(i_0 \Delta L y_T + i_T \Delta L y_0) + \frac{1}{2}(i_0 L_0 \Delta y + i_T L_T \Delta y) \quad (2.7)$$

En este caso base se han definido tres efectos: el efecto intensidad de la energía sectorial (Δi), el efecto tecnológico o de Leontief (ΔL) y el efecto demanda final (Δy), definidos respectivamente por el primero, segundo y tercero sumando de la expresión (2.7).

2.3. Metodología basada en el análisis de índice de descomposición

El análisis de índices de descomposición (IDA) describe las variaciones de las variables estudiadas, en nuestro caso el consumo de energía (E) a partir de una serie de factores. La expresión (2.8) representa la descomposición del consumo de energía (E) en dos factores: nivel de actividad (Q) e intensidad del consumo de energía (E/Q). El nivel de actividad puede estar relacionada con una magnitud macroeconómica (por ejemplo Valor Añadido Bruto –VAB-, Producto Interior Bruto –PIB-) o física-termodinámica (toneladas, kWh, tep, horas de operación, etc.)

$$E = Q \cdot \frac{E}{Q} \quad (2.8)$$

La descomposición del consumo de energía se puede realizar a nivel sectorial. De esta forma, la intensidad energética total (E/Q) se puede expresar a su vez en dos factores: factor intensidad energética sectorial ($I_i = E_i/Q_i$) siendo E_i el consumo de energía sectorial y factor estructura sectorial ($S_i = Q_i/Q$), siendo Q_i el nivel de actividad del sector i . Así a partir de la expresión (2.8), se obtiene la descomposición de la energía en tres factores para cada uno de los i sectores económicos considerados (2.9):

$$E = Q \cdot \frac{E}{Q} = Q \cdot \sum_i \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{Q} = Q \cdot \sum_i I_i \cdot S_i \quad (2.9)$$

La descomposición matemática se puede expresar en forma aditiva (2.10) o multiplicativa (2.11). Ambos métodos son matemáticamente eficientes, su elección depende del tipo de indicador a estudiar. La descomposición aditiva permite el análisis de cambios absolutos en la variable de estudio, mientras que la multiplicativa se expresa en términos porcentuales expresando así, cambios relativos.

$$\text{Aditiva:} \quad \Delta E = E^T - E^0 = \Delta E_Q + \Delta E_I + \Delta E_s + \Delta E_{rsd} \quad (2.10)$$

$$\text{Multiplicativa:} \quad D_{tot} = \frac{E^T}{E^0} = D_Q \cdot D_I \cdot D_s \cdot D_{rsd} \quad (2.11)$$

Siendo 0 el inicio del periodo y T el final.

Ambas expresiones conllevan un término residual (*rsd*) cuyo valor depende del método seguido para el cálculo de la descomposición. En el caso de emplear un método descomposición completo no existiría término residual, por lo tanto en la descomposición tipo aditiva este término sería 0 y en la multiplicativa 1.

En cuanto a la descomposición aditiva expresada en la ecuación (2.10), ΔE_Q representa el efecto actividad, ΔE_I el efecto intensidad, ΔE_s el efecto estructura y ΔE_{rsd} el valor del residuo.

En relación a la descomposición multiplicativa expresada en la ecuación (2.11), D_Q representa el efecto actividad, D_I el efecto intensidad, D_s el efecto estructura y D_{rsd} el valor del residuo.

En cuanto a la metodología de cálculo del método IDA, existen varios procedimientos basados principalmente en índices de Laspeyres o Divisia, que a partir de finales de los años 70 han sido desarrollados en profundidad por la literatura científica (Ang, 2004). No obstante, desde los años 90, los índices Divisia comienzan a ganar terreno. Los trabajos seminales de Ang (1995, 2004 y 2005) y Ang y Liu (2001) han dado lugar al desarrollo de múltiples estudios en el sector de la energía siguiendo la

metodología basada en índices Divisia pero con nuevas propuestas del método Logarítmico de Índices Divisia (LMDI) en los trabajos de Ang et al. (2010), Xu (2013) y Xu y Ang (2014). Este método también ha sido profusamente utilizado para el análisis de las emisiones de gases de efecto de invernadero y en concreto, para el estudio de las variaciones de las emisiones de CO₂ (Ang, 2006). Una revisión reciente de la literatura científica basada en el método IDA realizada por Ang (2015) muestra que en el periodo 2010 a 2014, dos tercios de los trabajos usaron el método LMDI, mientras que el resto de los trabajos utilizaron otros métodos de descomposición Divisia, índices Laspeyres y otros índices.

Finalmente, respecto a la utilización de IDA para la evaluación de políticas energéticas, los índices Divisia han sido adoptados en Nueva Zelanda (Lermit y Jollands, 2001), por el Departamento de Energía de Estados Unidos (Wade, 2002), el Bureau of Agricultural and Resources Economics de Australia, por el Pacific Energy Research Centre en Asia (Xiaoyan, 2013), por el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 (PAEE) en España (MITC, 2011) y en Canadá (Office of Energy Efficiency, 2011). En el caso de Canadá, el informe previo del periodo 1990-2003, había seguido la metodología basada en índices de Laspeyres (Office of Energy Efficiency, 2005). Por otra parte los índices Laspeyres son propuestos para la evaluación de la política energética por la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2004). En cuanto a la Unión Europea, a través del proyecto ODYSSEE (2015) se establece un sistema de descomposición que puede ser considerado un caso especial de IDA (Xiaoyan, 2013).

A continuación desarrollamos la metodología de cálculo del método IDA según las distintas propuestas existentes.

Métodos IDA de Índice Laspeyres y otros índices

La aplicación de los índices Laspeyres a los estudios sobre la energía fue anterior al uso de índices Divisia. Existen diferentes métodos que utilizan índices Laspeyres, los cuales se basan en el método *Shpley/Sun* y *Marshall-Edgeworth* para la descomposición aditiva y en los *índices Fisher* (Ang, 2004) para la multiplicativa.

Basada en la fórmula general de IDA (2.12) se obtiene la descomposición aditiva para los i sectores y j factores de descomposición:

$$\Delta E = \sum_i \sum_j \left[\frac{E_i^0}{x_{ij}^0} + \alpha \left(\frac{E_i^T}{x_{ij}^T} - \frac{E_i^0}{x_{ij}^0} \right) \right] (x_{ij}^T - x_{ij}^0) \quad (2.12)$$

Siendo ΔE la variación del consumo de energía en el periodo 0 y T. Las variables E_i^0 y E_i^T muestran el consumo de energía de cada uno de los sectores i entre el periodo 0 y T respectivamente. Las variables x_{ij}^0 y x_{ij}^T son cada uno de los j factores de descomposición de los i sectores entre el periodo 0 y T, respectivamente y α es una constante.

Dependiendo del valor de la constante α se definen diferentes métodos: Laspeyres ($\alpha = 0$), Paasche ($\alpha = 1$) y Marshall-Edgeworth ($\alpha = 0,5$).

Estos métodos conllevan la existencia de un residuo, por lo que su descomposición no es completa (Hoekstra y Bergh, 2003; Ang et al., 2009). Por otro lado el método Shapley/Sun (Sun, 1998; Albretch et al., 2002; Ang, 2004), también basado en índices Laspeyres, presenta una descomposición completa pero bastante compleja. En el caso de analizar dos factores, coincide con el método Marshall-Edgeworth.

La descomposición también es completa para los índices Fisher (Fisher, 1922; Ang et al., 2002), aunque el proceso de cálculo es más complejo y arduo.

Métodos IDA de Índice Divisia

La expresión (2.13) determina de forma genérica la descomposición según índices Divisia.

$$\Delta E = \sum_i w_i \ln \frac{x_{ij}^T}{x_{ij}^0} \quad (2.13)$$

Donde ΔE es la variación del consumo de energía en el periodo 0 y T, x_{ij} es cada uno de los j efectos de descomposición (Q, I, S) de los i sectores y w_i es un ponderador de la función, que toma diferentes valores en relación al tipo de descomposición en índices Divisia a realizar, según las expresiones (2.14), (2.15) (2.16) y (2.17).

Arithmetic mean Divisia index methods (AMDI) $w_i = \frac{1}{2} (E_i^T - E_i^0)$ (2.14)

Laspeyre-parametric Divisia methods (LAS-PDM) $w_i = E_i^0$ (2.15)

Log mean Divisia index methods I (LMDI I) $w_i = \ln(E_i^T, E_i^0)$ (2.16)

Log mean Divisia index methods II (LMDI II) $w_i = \frac{\ln(\frac{E_i^T}{E^T}, \frac{E_i^0}{E^0})}{\sum_i \ln(\frac{E_i^T}{E^T}, \frac{E_i^0}{E^0})} \ln(E^T, E^0)$ (2.17)

En las expresiones (2.16) y (2.17) se utiliza la media logarítmica que matemáticamente para dos números positivos (a y b) se resuelve como:

$$\ln(a, b) = \frac{a - b}{\ln a - \ln b} \text{ para } a \neq b$$

$$\ln(a, b) = a \text{ para } a = b$$

Entre sus características debemos señalar en primer lugar que los dos métodos Divisia (AMDI y LAS-PDM) no dan una descomposición completa, ambos tienen término residual. El método LMDI II no permite una descomposición perfecta para análisis multi-nivel, es decir, para realizar una descomposición más desagregada,

para lo cual cada sector se descompone en diferentes subsectores. El método LMDI I es el único que permite una descomposición completa, siendo el más utilizado por los investigadores (Ang et al., 2009). En cuanto a las diferencias entre ambos métodos, también hay que resaltar la mayor facilidad de aplicación en cuanto al cálculo del método LMDI I. Recientemente Ang (2015) describió las características, aplicación e implementación de ambos métodos LMDI llegando a conclusiones similares a las expuestas anteriormente.

Por otra parte, un aspecto débil en la aplicación de los métodos basado en índices Divisia es la posible existencia de valores ceros en los datos. En el caso de los métodos LMDI I y LMDI II, Ang y Choi (1997) y Ang y Liu (2007) demuestran que los ceros pueden ser reemplazados por valores muy pequeños sin que influya en el resultado. En cuanto al método AMDI, no posee esta propiedad por lo que, además de no ser exacta la descomposición, no puede ser utilizado en caso de existencia de valores ceros.

El análisis de comparación de los distintos métodos de descomposición basados en índices realizados por Ang (2004) y Ang et al. (2009) mostró que el método LMDI I es el preferido entre los distintos métodos existentes. De acuerdo con Ang (2004, 2005, 2015) este método tiene las siguientes ventajas desde el punto de vista de su aplicación: a) fácil de usar e interpretar el resultado b) descomposición completa c) el resultado dado por la forma multiplicativa posee la propiedad aditiva, d) existe una relación simple entre la forma aditiva y multiplicativa e) este método es consistente en agregación de subcategorías.

Todas estas razones nos han llevado a elegir este método para su aplicación al análisis de descomposición basado en índices realizado en el presente trabajo. A continuación desarrollamos más detenidamente su metodología de cálculo.

Método de descomposición LMDI- I

Tal y como se ha mencionado, este método de descomposición tiene sus bases en los trabajos seminales de Ang (1995, 2004 y 2005); y Ang y Liu (2001). A partir de la expresión (2.9) obtenemos la descomposición aditiva que mide los efectos: actividad (2.18), intensidad energética (2.19) y estructura (2.20), en el periodo 0 y T.

$$\Delta E_Q = \sum_i w_i \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (2.18)$$

$$\Delta E_I = \sum_i w_i \ln \left(\frac{I_i^T}{I_i^0} \right) \quad (2.19)$$

$$\Delta E_S = \sum_i w_i \ln \left(\frac{S_i^T}{S_i^0} \right) \quad (2.20)$$

Siendo el ponderador: $w_i = L(E_i^0, E_i^T) = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0}$

De acuerdo a la expresión (2.10), se obtiene la descomposición aditiva total en el periodo T y 0, considerando que el método LMDI I no tiene residuo:

$$\Delta E = E^T - E^0 = \Delta E_Q + \Delta E_I + \Delta E_S \quad (2.21)$$

Respecto a la descomposición multiplicativa, la expresión (2.22) mide los cambios porcentuales (D_{tot}) del consumo de energía en el periodo T respecto al periodo 0. Los efectos de la descomposición son calculados por las expresiones (2.23), (2.24) y (2.25) mostrando el efecto actividad, intensidad y estructura respectivamente.

$$D_{tot} = \frac{E^T}{E^0} = D_Q \cdot D_I \cdot D_S \quad (2.22)$$

$$D_Q = \exp\left(\sum_i w_i \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right)\right) \quad (2.23)$$

$$D_I = \exp\left(\sum_i w_i \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right)\right) \quad (2.24)$$

$$D_S = \exp\left(\sum_i w_i \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right)\right) \quad (2.25)$$

Siendo w_i el factor ponderador de cada una de las ecuaciones anteriores calculado

según la siguiente expresión:

$$w_i = \frac{L(E_i^0, E_i^T)}{L(E^0, E^T)} = \frac{\frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0}}{\frac{E^T - E^0}{\ln E^T - \ln E^0}} \quad (2.26)$$

2.4. Bibliografía capítulo 2

AIE (2004). Agencia Internacional de la Energía. Oil Crisis & Climate Challenges - 30 years of Energy Use in IEA Countries, OECD, Paris.

Albrecht, J, François, D, Schoors, K, (2002). A Shapley decomposition of carbon emissions without residuals. *Energy Policy*, 30(9), 727-736.

Ang, BW, (1995). Multilevel decomposition of industrial energy consumption. *Energy Economics*, 17, 39 -51

Ang, BW, (2004). Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? *Energy Policy*, 32, 1131 – 1139.

Ang, B.W., (2005). The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. *Energy Policy*, 33, 867 – 871.

Ang, B.W., (2006). Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: From energy-GDP ratio to composite efficiency index. *Energy Policy*, 34, 574 – 582.

- Ang, B. W., (2015). LMDI decomposition approach: A guide for implementation. *Energy Policy*, 86, 233-238.
- Ang, B. W., Choi, K. H., (1997). Decomposition of aggregate energy and gas emission intensities for industry: a refined Divisia index method. *The Energy Journal*, 59-73.
- Ang, B. W., Huang, H. C., Mu, A. R., (2009). Properties and linkages of some index decomposition analysis methods. *Energy Policy*, 37(11), 4624-4632.
- Ang, B.W., Liu, F.L., (2001). A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy* 26, 537 – 548.
- Ang, B. W., Liu, N., (2007). Handling zero values in the logarithmic mean Divisia index decomposition approach. *Energy Policy*, 35(1), 238-246.
- Ang, B.W., F.L. Liu, Chung H.S., (2002). Index numbers and the Fisher ideal index approach in energy decomposition analysis. Research report No 38/2002. Department of Industrial and Systems Engineering. National University of Singapore.
- Ang, B.W., Mu, A.R., Zhou, P., (2010). Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends. *Energy Economics* 32, 1209-1219.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q., (2000). A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. *Energy*, 25 (12), 1149-1176.
- Betts, J.R. (1989). Two exact, non-arbitrary and general methods of decomposition temporal change. *Econ. Lett.* 30 (2), 151-156
- Boer, P.D. (2008). Additive structural decomposition analysis and index number theory: an empirical application of the Montgomery decomposition. *Econ.Syst. Res.* 20(1),97–109.
- Boer P.D. (2009) Multiplicative decomposition and index number theory: an empirical application of the Sato-Vartia decomposition. *Econom. Syst. Res* 21(2). 163-174.
- Cansino JM, Román R., Ordóñez M., (2016). Main drivers of changes in CO2 emissions in the Spanish economy: A structural decomposition analysis. *Energy Policy* 89, 150-159
- Cellura M., Longo S. Mistretta M., (2012). Application of the Structural Decomposition Analysis to assess the indirect energy consumption and air emission changes related to Italian households consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 16, Issue 2, February 2012, Pages 1135-1145
- De Haan, M. (2001). A structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands. *Econ. Syst. Res.* 13 (2), 181–196.
- Dietzenbacher, E., Los, B. (1998). Structural decomposition techniques: sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, 10 (4), 307-324.
- Fisher, I. (1922). The making of index numbers. A study of their Varieties, Tests, and Reliability. Reprint of 1967 by Augustus M. Kelley of the third edition of 1967.

- Guevara Z., Rodrigues J. F. D. (2016). Structural transitions and energy use: a decomposition analysis of Portugal 1995–2010, *Economic Systems Research*, 28:2, 202-223.
- Hatzigeorgiou, E., Polatidis, H., Haralambopoulos, D. (2010). Energy CO2 emissions for 1990–2020: a decomposition analysis for EU-25 and Greece. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 32(20), 1908-1917.
- Hoekstra, R., van der Bergh, J. C. (2002). Structural decomposition analysis of physical flows in the economy. *Environmental and Resource Economics*, 23(3), 357-378.
- Hoekstra, R., van der Bergh, J.C.J.M. (2003). Comparing structural and index decomposition analysis. *Energy Economics*, 25, 39-64
- IDAE (2014). Balance de energía final. <http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle> (Consultado 1/03/2014).
- IECA (2016). Marco input-output de Andalucía 2010. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/mioan/mioan2010/index.htm> (consultado 01/10/2016)
- INE (2016). Contabilidad nacional. Base 2010. Marco input-output 2010. http://www.ine.es/daco/daco42/cne10/cne_tod_10.xls (Consultado 01/10/2010)
- Leontief, W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The review of economic and statistics*, 105-125
- Leontief W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *The review of economics and statistics*, 262-271.
- Leontief W., Ford D (1972). Air pollution and the economic structure: empirical results of input-output computations. In: Brody, A. Carter A. (Ed). *Input-output Techniques*. North-Holland, Amsterdam, 9 -30.
- Leontief, W. (1986). *Input–Output Economics*. Oxford University Press, New York.
- Lermit, J., Jollands, N. (2001). Monitoring energy efficiency performance in New Zealand: a conceptual and methodological framework. National Energy Efficiency and Conservation Authority, Wellington.
- Ministerio de Industria Tecnología y Comercio, MITC (2011). Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.
- Nie H., Kemp R (2013). Why did energy intensity fluctuate during 2000-2009? A combination of index decomposition analysis and structural decomposition analysis. *Energy for Sustainable Development* 17, 482-488.
- ODYSSEE (2015). ODYSSEE-MURE Project. <http://www.odyssee-mure.eu/> (Consultada 23/11/2015).

- Office of Energy Efficiency (2005). Energy Efficiency trends in Canada 1990-2009. Natural Resources Canada, Ottawa. <http://publications.gc.ca/collections/Collection/M141-1-2003E.pdf> (Consultado 22/11/2015).
- Office of Energy Efficiency (2011). Energy Efficiency trends in Canada 1990-2009. Natural Resources Canada, Ottawa. <http://oeenrcan.gc.ca/publications/statistics/trends11/pdf/trends.pdf> (Consultado 22/11/2015)
- Owen, A., Steen-Olsen, K., Barrett, J., Wiedmann, T., & Lenzen, M. (2014). A structural decomposition approach to comparing MRIO databases. *Economic Systems Research*, 26(3), 262-283.
- Rose, A., Casler, S. (1996). Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal. *Econ. Syst. Res.* 8 (1), 33-62
- Rose, A., Chen, C.Y. (1991). Source of change in energy use in the US economy, 1972- 1982: a structural decomposition analysis. *Resour. Energy* 13 (1), 1-21.
- Seibel, S. (2003). Decomposition Analysis of Carbon Dioxide Emissions Changes in Germany. Conceptual Framework and Empirical Results. Working Papers and Studies. European Commission.
- Su, B., Ang, B.W. (2012). Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: Some methodological developments. *Energy Economics*, 34, 177-188.
- Sun, J. (1998). Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model. *Energy economics*, 20(1), 85-100.
- Wade, S. H. (2002). Measuring change in energy efficiency for the annual energy outlook 2002. Energy Information Administration, Department of Energy, United States, Washington, DC.
- Washmann U., Wood R., Lenzen M. Shaeffer R. (2009). Structural decomposition of energy use in Brazil from 1970 to 1996. *Applied Energy*, 86, 578-587.
- Weber Ch. L. (2009). Measuring structural change and energy use: decomposition of the US economy from 1997 to 2002. *Energy policy*, 37, 1561 - 1570.
- Wood, R. (2009). Structural decomposition analysis of Australia's greenhouse gas emissions. *Energy Policy* 37 (11), 4943-4948.
- Xiaoyan, X. (2013). Thesis: Index decomposition analysis of energy consumption and carbon emissions: some methodological issues. Universidad de Singapur. <http://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/3/browse?value=XU+XIAOYAN&type=author> (Consultado 22/11/2015)

- Xie Sh. (2014). The driving forces of China's energy use from 1992 to 2010: An empirical study of input-output structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 73, 401-415.
- Xu (2013). Thesis "Index decomposition analysis of energy consumption and carbon emissions: some methodological issues". National University of Singapore.
- Xu, X. Y., Ang, B. W. (2013). Index decomposition analysis applied to CO₂ emission studies. *Ecological Economics*, 93, 313-329.
- Xu, X. Y., Ang, B. W. (2014). Multilevel index decomposition analysis: Approaches and application. *Energy Economics*, 44, 375-382
- Zeng L., Xu M., Liang S., Zeng S., Zhang T. (2014). Revisiting drivers of energy intensity in China during 1997-2007: A structural decomposition analysis, *Energy Policy*, Volume 67, April 2014, Pages 640-647.
- Zhong, S. (2016). Structural decompositions of energy consumption, energy intensity, emissions and emission intensity-A sectoral perspective: empirical evidence from WIOD over 1995 to 2009 (No. 015). United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

Capítulo 3. ¿Es la eficiencia energética clave del desacoplamiento entre el consumo de energía y el crecimiento económico en el periodo de expansión? Una aplicación del método de Análisis de Descomposición Estructural

3.1. Introducción

La economía española se ha caracterizado por la existencia de un acoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía (Fuinhas y Cardoso, 2012). En el capítulo 1 observamos esta característica en la evolución del PIB y del consumo de energía final y primaria en el periodo que abarca desde 1975 hasta 2007.

Respecto al periodo 2000 a 2008, éste se corresponde con un importante crecimiento económico en España, tal y como muestran las principales variables macroeconómicas. El PIB experimentó un crecimiento del 41,8 %, la demanda final un 46,5 % (INE, 2015a), la población un 13,5 % (INE, 2015b), la población ocupada un 32,7 % (INE, 2016a), los vehículos privados crecieron un 26,9 % (MF, 2013), el número de viviendas totales un 26 %, y para uso principal un 22,7 % (INE, 2015b). No obstante, este crecimiento no vino acompañado de un cambio sustancial de la estructura económica de los sectores productivos (INE, 2015a).

En este mismo periodo, el crecimiento económico que experimentó Andalucía fue todavía mayor que el de España, como se desprende de los valores de las principales variables macroeconómicas: crecimiento de la demanda final de un 64,5 % (IECA, 2015), de la población un 14,9 % (INE, 2015b), la población ocupada un 38,6 % (INE, 2016a) y el número de vehículos privados 37,7 % (MF, 2013).

Coincidiendo con la etapa de crecimiento económico, el consumo de energía final se incrementó en España y Andalucía un 16 % y un 21 % respectivamente (IDAE, 2016;

EUROSTAT, 2002; 2008; MINETUR, 2015). En este capítulo consideramos el consumo de energía final sin incluir los usos no energéticos. Se incluye el consumo de energía de todos los sectores económicos y los hogares, así como el autoconsumo proveniente del sector transformador de energía.

Asimismo, este crecimiento del consumo de energía vino acompañado de un importante cambio de la estructura de generación de energía eléctrica en España. En concreto, en el año 2000, la energía eléctrica era producida principalmente a partir de energía hidráulica y centrales de carbón, y contaba con únicamente 1.973 MW eólicos y 12 MW fotovoltaicos instalados. Sin embargo, en el año 2008 la potencia eléctrica instalada se había incrementado en un 80%, con la incorporación de los ciclos a gas natural (21.667 MW), y con un importante crecimiento de la generación eólica y la fotovoltaica que se situaron en 15.709 MW y 3.331 MW respectivamente (REE, 2000 y 2008).

Este periodo de intenso crecimiento de la economía española y andaluza, acompañado de un importante crecimiento del consumo de energía final y de una importante transformación de la generación de energía eléctrica en España, sin que se produzcan cambios significativos en la estructura productiva española, nos ha movido a analizar los factores que han resultado claves del crecimiento del consumo de energía tanto en España como en Andalucía.

Desde los trabajos seminales (Rose y Chen, 1991; Rose y Casler, 1996) que emplean el método de descomposición estructural, han sido diferentes las cuestiones que han sido abordadas por la literatura en cuanto a las técnicas de descomposición, a fin de determinar los métodos de descomposición óptimos dependiendo de los objetivos y datos disponibles en las investigaciones (Dietzenbacher y Los, 1998; Hoekstra y Van der Bergh, 2002 y 2003; Su y Ang, 2012a y 2012b; Ang, 2015; Lan et al., 2016). También han sido abordados en la literatura especializada, los posibles factores de descomposición (Wachsmann et al., 2009; Weber, 2009; Nie y Kemp, 2013; Zeng et al., 2014; Xie, 2014; Lenzen, 2016; Guevara y Rodrigues, 2016 y Zhong, 2016), así

como el número óptimo de factores en relación al grado de información ofrecida (Owen et al., 2014). También, tal como Xie (2014) y Cansino et al. (2016) resaltan, los estudios de descomposición estructural pueden suministrar información sobre los factores estructurales, efecto Leontief o efecto técnico y sobre los principales determinantes existentes desde la perspectiva de la producción y la demanda final.

En el ámbito de la energía y el medio ambiente, el análisis SDA ha sido muy utilizado en los años recientes, ya que permite estudiar diferentes aspectos de la economía, bien el consumo total o el específico de los sectores económicos (primario, transporte, industria, servicios, etc.) o un tipo determinado de energía (por ejemplo la electricidad) o las emisiones de gases de invernadero. Podemos destacar el estudio de las variaciones de la intensidad de carbono (Su y Ang, 2015), la determinación de la huella de carbono (Lan et al., 2016), al análisis de las emisiones totales de emisiones de CO₂ incluyendo los usos no-energéticos (Lenzen et al., 2013) o al consumo de materias primas (Timma et al., 2016).

En el caso concreto de la economía española son diversos los trabajos que han sido desarrollados con la técnica SDA en el ámbito de la energía y el medioambiente. Caso del análisis de gases de efecto invernadero realizado por Llop (2007), Roca y Serrano (2007), Tarancón y del Río (2007a, 2007b), Bartoletto y Rubio (2008), Alcántara y Padilla (2009), Butnar y Llop (2011), Cansino et al. (2011, 2015, 2016), Zafrilla et al. (2012) y Demisse et al. (2014) así como el análisis del consumo de agua (Cazcarro, et al., 2013). En cuanto al consumo de energía, podemos destacar los trabajos de Guerra y Sancho (2010) sobre el consumo de energía primaria en el periodo 1995-2004 y el de Alcántara et al. (2010) sobre el consumo electricidad del sector productivo. En este último trabajo también se analizan los sectores claves de la economía española respecto a la demanda de electricidad. Asimismo, otros estudios se han centrado en el impacto de diferentes políticas energéticas (Llop y Pie, 2008) y en la relación existente entre la situación energética de España y otros países de la Unión Europea (Alcántara y Duarte, 2004). En el caso de Andalucía, no se han encontrado trabajos que analicen el consumo energético mediante la técnica SDA.

No obstante, sí se han empleado las matrices de contabilidad social para el estudio de la intensidad energética y las emisiones de CO₂ en Andalucía (Cardenete et al., 2012). Este mismo método también ha sido utilizado para el estudio del consumo de energía en España (Labandeira y Labeaga, 2002; García et al., 2013) y en Cataluña (Manresa y Sancho, 2004).

El objetivo perseguido con este capítulo es analizar los factores determinantes que explican los cambios de consumo de energía final en España y Andalucía durante el periodo 2000-2008, mediante la aplicación del análisis de descomposición estructural basado en las tablas input-output de España y Andalucía. Los resultados de este análisis nos permiten analizar a nivel sectorial, los principales factores impulsores e inhibidores de los cambios producidos en el consumo de energía en el periodo de expansión. Asimismo, se vincularán los resultados con la planificación energética del periodo objeto de estudio, para valorar su impacto en los cambios producidos en la intensidad de energía y en el uso de las fuentes de energía renovables.

La revisión de la literatura científica existente nos permite identificar que las principales aportaciones de la descomposición estructural realizada son las siguientes: i) se analizan los cambios en el consumo de energía final en 73 ramas de actividad (es la mayor desagregación con la presenta una descomposición del consumo de energía para la economía española y andaluza), analizándose los efectos intensidad, estructura, tecnológico, nivel de vida y población; ii) se analizan los cambios en el consumo de energía de los hogares, tanto residencial como por transporte privado por carretera, identificándose los efectos uso de la energía residencial y población en el caso del consumo residencial y los efectos uso de la energía en el transporte por carretera privado y vehículos de transporte privado y iii) se analiza el peso de las distintas fuentes energéticas (carbón, gas natural, petróleo, energía nuclear y renovables) en los efectos considerados, tanto en los sectores productivos como en los hogares.

El capítulo se estructura en siete secciones, a esta introducción le sigue la exposición de la metodología y los datos utilizados. En la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos, para a continuación realizar una discusión de los mismos. En la sexta sección se establecen las conclusiones y recomendaciones a raíz de los resultados obtenidos y finalmente se incluyen la bibliografía con las referencias introducidas en el capítulo.

3.2. Metodología

El análisis de descomposición de las variaciones del consumo de energía en España y Andalucía se analiza desde dos perspectivas. En primer lugar, se realiza una descomposición estructural utilizando las Tablas Input-Output para España y Andalucía de las variaciones del consumo final de energía para las 73 ramas de actividad en el periodo 2000-2008.

En segundo lugar, se realiza una descomposición estructural de las variaciones del consumo total de energía de España y Andalucía, es decir, del consumo que incorpora no sólo el uso por parte de las ramas de actividad sino también con el uso residencial y por el transporte privado. Esta descomposición se completa con un análisis de las fuentes energéticas incorporadas a los efectos explicativos de los cambios en el consumo total de energía en el periodo 2000-2008.

Adicionalmente se analizarán los sectores clave de la economía española y andaluza con el objetivo de completar los resultados de la descomposición de las ramas de actividad.

3.2.1. Análisis Input-output

El modelo de análisis input-output está definido por la expresión matricial (Leontief, 1936 y 1986):

$$x = Ax + y \quad (3.1)$$

Donde x representa el vector de la producción sectorial de las n ramas de actividad (de dimensión $nx1$), A es la matriz de coeficientes técnicos de dimensión nxn cuyos elementos son a_{ij} e y representa al vector de la demanda final de dimensión $nx1$. La matriz A es obtenida a partir de la tabla simétrica a precios básicos.

Operando en la expresión (3.1) llegamos a:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y = L \cdot y \quad (3.2)$$

Donde I representa la matriz unidad y $(I - A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief, denominada también matriz L de dimensión nxn .

Cada elemento de la matriz A representa la participación de cada input en el output total de cada una de las ramas de actividad, por lo tanto suministra información en términos unitarios sobre la cuantificación del aumento del output x_i si se incrementa una unidad la rama de actividad i -ésima. La matriz A mide los efectos directos producidos, sin embargo, no da una visión completa de los efectos sobre la economía al no medir el efecto indirecto debido a la demanda inducida, efecto que puede ser cuantificado con la matriz inversa de Leontief (Soza, 2007).

Al objeto de determinar el consumo de energía final, la expresión (3.2) es multiplicada en ambas partes por la matriz de consumo de energía final por unidad de output para cada fuente energética, matriz IN de dimensión kxn , tal como se muestra en la expresión (3.3).

$$E_{ind} = IN \cdot L \cdot \hat{Y} \quad (3.3)$$

Donde E_{ind} es la matriz de consumo de energía de todas las ramas de actividad, cuya dimensión es $k \times n$, siendo k las distintas fuentes energéticas y n las ramas de actividad. \hat{Y} es la matriz diagonal (dimensión $n \times n$) del vector de demanda final, y .

Por otra parte, la matriz \hat{Y} de la expresión (3.3) es descompuesta en $\hat{Y}_s \cdot y_p \cdot p$, donde \hat{Y}_s es una matriz diagonal (dimensión $n \times n$) que muestra la participación de la demanda final de cada sector sobre la demanda final, y_p muestra la participación de la demanda final total por población (dimensión 1×1) siendo p un escalar que muestra la población (dimensión 1×1). Así la matriz E_{ind} está definida por:

$$E_{ind} = IN \cdot L \cdot \hat{Y}_s \cdot y_p \cdot p \quad (3.4)$$

3.2.2. Metodología de descomposición del consumo total de energía final: ramas de actividad y hogares

Para proceder a la descomposición estructural del consumo de energía total de toda la economía es preciso calcular el vector (e), equivalente al consumo de energía de las distintas ramas de actividad (e_{ind}) de dimensión $k \times 1$ y el vector de consumo de energía de los hogares (e_h) de dimensión $k \times 1$, siendo k las distintas fuentes energéticas consideradas. El vector (e) se obtiene según la siguiente ecuación:

$$e = e_{ind} + e_h \quad (3.5)$$

El vector de consumo (e_{ind}) se obtiene a partir de la suma de las “n” columnas de la matriz E_{ind} que hemos obtenido en la ecuación (3.4). La ecuación (3.6) muestra la factorización del vector e_{ind} :

$$e_{ind} = IN \cdot L \cdot y_s \cdot y_p \cdot p \quad (3.6)$$

Donde y_s es el vector de estructura de la demanda de dimensión $n \times 1$, que muestra la participación de la demanda sectorial sobre la demanda final total.

Adicionalmente, el vector de consumo de energía de los hogares (e_h) se puede dividir en consumo residencial, es decir, la energía consumida directamente por los hogares para calefacción y refrigeración, iluminación, electrodomésticos, cocina, agua caliente sanitaria, etc., (vector e_{res} de dimensión $k \times 1$) y en consumo de energía del transporte privado por carretera (vector e_{tp} de dimensión $k \times 1$). La metodología de cálculo del consumo de energía procedente del transporte privado se incluye en el Anexo C.

De esta forma, el consumo total de energía de los hogares (e_h) es definido como:

$$e_h = e_{res} + e_{tp} \quad (3.7)$$

Por otra parte, el vector e_{res} puede ser descompuesto en dos factores: uso residencial de la energía (r) (que es la energía demandada para el uso residencial por habitante) y la población (p). En el caso del vector e_{tp} los factores considerados de descomposición son la energía usada en el transporte privado por carretera (t) (consumo de energía en transporte privado por vehículo) y el número de vehículos usado para el transporte privado por carretera (v)

$$e_{res} = \frac{e_{res}}{p} \cdot p = r \cdot p \quad (3.8)$$

$$e_{tp} = \frac{e_{tp}}{v} \cdot v = t \cdot v \quad (3.9)$$

3.2.3. Análisis de descomposición estructural

El Análisis de Descomposición Estructural (SDA), nos permite obtener la desagregación de las causas que inciden en la variación del consumo de energía en

un periodo mediante el empleo de tablas input-output (TIO), que fueron desarrolladas por Leontief (1936). Estas tablas permitieron realizar los primeros análisis de emisiones y energía (Leontief, 1970; Leontief y Ford, 1972).

Las TIO ordenan la información de los datos económicos bien producto a producto o industria a industria. En nuestro caso se ha obtenido la TIO por un método basado en la ordenación industria a industria con una estructura fija de ventas de los productos, es el denominado Modelo D (Eurostat, 2008). La obtención de la TIO a partir de este modelo tiene ciertas ventajas: i) se produce directamente desde las fuentes estadísticas ii) no aparecen elementos negativos iii) son más adecuadas para el análisis relacionado con las ramas de actividad. Asimismo, el modelo adoptado para el cálculo de las TIO considera las importaciones desde una perspectiva “no-competitiva”, es decir, se entiende que la energía consumida en los bienes y servicios importados no se cuantifica (Su y Ang, 2013).

En este capítulo, el análisis de descomposición posibilita determinar la influencia de diversos efectos en la variación del consumo total de energía: consumo por rama de actividad, residencial y transporte privado por carretera.

En concreto, se han desarrollado dos descomposiciones aditivas estructurales. La primera, relativa a la variación del consumo de energía procedente de los sectores de producción entre 2000 y 2008, permite descomponer la matriz ΔE_{ind} , de dimensión $k \times n$, en cinco efectos, identificando cada uno de ellos por ramas de actividad (n):

$$\Delta E_{ind} = \Delta IN + \Delta L + \Delta Y_s + \Delta y_p + \Delta P_{ind} \quad (3.10)$$

Siendo ΔIN , el efecto intensidad energética, el cual muestra los cambios en el consumo de energía debido a una variación en el consumo de energía por unidad producida (output), el efecto Leontief, ΔL muestra cambios en el consumo de energía debidos a un cambio en la tecnología de producción. Siguiendo a Wachsmann et al. (2009), los cambios del consumo de energía debido al efecto Leontief pueden ser debido a dos causas: (a) una variación del uso en la producción de inputs

consumidores de menos energía y (b) una variación de las actividades menos intensivas en el uso de la energía. El efecto estructural, ΔY_s muestra los cambios en el consumo de energía debido a cambios en la estructura de la demanda final, es decir, debido al cambio del peso relativo de los componentes de la demanda en la demanda final, el efecto nivel de vida, Δy_p muestra cambios en el consumo de energía final debido a cambios en el consumo de energía por persona y el efecto población, Δp_{ind} muestra los cambios en el consumo de energía debido a variaciones de la población.

En segundo lugar, la variación del consumo de energía total (Δe) entre 2000 y 2008, de dimensión $k \times 1$, teniendo en cuenta los términos de las expresiones (3.6)(3.8)(3.9), permite la descomposición por fuentes energéticas (k) en nueve efectos:

$$\Delta e = \Delta e_{ind} + \Delta e_{res} + \Delta e_{tp} = (\Delta IN + \Delta L + \Delta y_s + \Delta y_p + \Delta p_{ind}) + (\Delta r + \Delta p_{res}) + (\Delta t + \Delta v) \quad (3.11)$$

Donde tal y como se ha definido en la ecuación (3.10), el primer paréntesis de la ecuación (3.11) corresponde a la descomposición del consumo de energía procedente de las ramas de actividad, esto es, siendo ΔIN es el efecto intensidad energética, ΔL es el efecto Leontief, Δy_s es el efecto estructural, Δy_p es el efecto nivel de vida, Δp_{ind} es el efecto de la población. En segundo lugar, el consumo residencial (segundo paréntesis de la ecuación (3.11)) se descompone en: Δr que es el efecto del uso de energía residencial por persona (muestra variaciones en el consumo de energía de los hogares debido a los cambios en el consumo de energía por hogar), Δp_{res} es el efecto de la población (muestra los cambios en el consumo de energía de los hogares debido a un aumento de la población). Por último en el tercer paréntesis, el consumo en el transporte privado, donde Δt es el efecto del uso de la energía en el transporte privado por carretera por vehículo (muestra los cambios en el consumo de energía debido a variaciones en el consumo de energía por vehículo) y Δv es el efecto número de vehículos (muestra los cambios en el consumo de energía debido a variaciones en los vehículos privados).

Respecto a la elección del método de cálculo de la descomposición estructural realizada, la literatura considera que los métodos D&L, LMDI y SSA cumplen las características esenciales indicadas por Ang et al. (2009) para su aplicación: (a) fundamentos teóricos, (b) adaptabilidad, (c) facilidad de uso y (d) fácil interpretación (Su y Ang, 2012a; Lan et al., 2016). En este trabajo usaremos el método D&L, también denominado “descomposición polar” (Dietzenbacher y Los, 1998). De esta forma, aplicando el método D&L, el cálculo de la descomposición de Δe_{ind} se obtiene a partir de la media de las expresiones (3.12) y (3.13).

$$\Delta e_{ind} = \Delta IN L_1 y_{s1} y_{p1} p_{ind1} + IN_0 \Delta L y_{s1} y_{p1} p_{ind1} + IN_0 L_0 \Delta y_s y_{p1} p_{ind1} + IN_0 L_0 y_{s0} \Delta y_p p_{ind1} + IN_0 L_0 y_{s0} y_{p0} \Delta p_{ind} \quad (3.12)$$

$$\Delta e_{ind} = \Delta IN L_0 y_{s0} y_{p0} p_{ind0} + IN_1 \Delta L y_{s0} y_{p0} p_{ind0} + IN_1 L_1 \Delta y_s y_{p0} p_{ind0} + IN_1 L_1 y_{s1} \Delta y_p p_{ind0} + IN_1 L_1 y_{s1} y_{p1} \Delta p_{ind} \quad (3.13)$$

Por otra parte, el cálculo de la descomposición de Δe_{res} y Δe_{tp} se obtiene a partir del cálculo de las expresiones (3.14) y (3.15) respectivamente:

$$\Delta e_{res} = \Delta r \cdot p_{res} \left(\frac{1}{2}\right) + r \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Delta p_{res} \quad (3.14)$$

$$\Delta e_{tp} = \Delta t \cdot v \left(\frac{1}{2}\right) + t \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \Delta v \quad (3.15)$$

Respecto a la descomposición de ΔE_{ind} , definida por la ecuación (3.10) se ha seguido el método D&L, operándose de forma análoga a la descrita en las ecuaciones (3.12) y (3.13).

3.2.4 Determinación de los sectores clave

La metodología seguida para la determinación de los sectores clave tiene su base en la definición original de Rasmussen (1956), asentado en los coeficientes técnicos de la Tabla Simétrica input-output (TSIO) a partir de la inversa de Leontief para la determinación del “efecto de arrastre” (backward linkage - BL). Los trabajos posteriores de Augustinovics (1970) y Jones (1976) modificaron la metodología,

proponiendo utilizar la inversa de Gosh (1958) en vez de la de Leontief y los coeficientes de distribución, en lugar de los coeficientes técnicos, para así obtener el “efecto de difusión” (forward linkage – FL). En ambos casos el objetivo es determinar los indicadores de impacto desde la perspectiva de la oferta (μ_v) o la demanda (μ_y) y compararlos con un indicador medio (μ) cuyo valor se corresponde con la media de los elementos de los elementos de μ_y o μ_v para establecer el peso relativo de cada una de las ramas de actividad (Alcántara y Padilla, 2003) (Alcántara et al., 2010).

El efecto arrastre se define a partir de la inversa de Leontief, determinándose un vector ε_v cuyos elementos es la intensidad total de cada rama de actividad. El indicador μ_y se obtiene al multiplicar el vector ε_v por el vector y_j cuyos elementos se corresponden con el peso específico de cada elemento de ε_v .

$$\mu_y = \varepsilon_y y_j \quad (3.16)$$

El efecto de difusión se obtiene a partir de la inversa de Gosh, definiéndose un vector ε_v multiplicador desde la perspectiva de oferta. El indicador μ_v se obtiene al multiplicar el vector ε_v por el vector v cuyos elementos se corresponden con el peso específico de cada elemento de ε_v .

$$\mu_v = v \varepsilon_v \quad (3.17)$$

Los métodos de identificación de los sectores productivos claves permiten identificar aquellos que tienen un alto efecto multiplicador sobre la oferta (μ_v) y demanda (μ_y) (Cardenete A. y Llanes Díaz-Salazar G.L., 2004) y por lo tanto poseen una alta influencia en el consumo total de energía final. Las ramas de actividad que se corresponden con los sectores clave son aquellas que tanto el indicador de impacto de oferta como el de demanda son superiores al indicador medio (μ). En la tabla 3.1 se muestra la clasificación de los sectores en relación a los valores de sus indicadores.

Tabla 3. 1 Clasificación de los sectores en función del indicador de impacto

	$\mu_{v,i} > \mu$	$\mu_{v,i} < \mu$
$\mu_{y,j} > \mu$	Sectores claves	Sectores impulso demanda
$\mu_{y,j} < \mu$	Sectores impulso oferta	Resto de sectores

Fuente: Alcántara et al. (2010)

3.3. Datos

El análisis de descomposición estructural basado en las Tablas Input-Output (TIO) tiene la limitación de la baja periodicidad con la que se publican éstas. Para el caso de España y Andalucía las tablas más recientes corresponden al año 2010 y fueron publicadas en 2015 (INE, 2016b; IECA, 2016). No obstante, las TIO utilizadas en esta investigación corresponden a 2008, dado que eran las últimas disponibles en el periodo de realización de nuestro trabajo. Por este motivo, el presente análisis se limita al periodo de estudio 2000 – 2008.

El empleo de las TIO de 2008 nos ha permitido un análisis con un alto grado de desagregación, en concreto de hasta 73 ramas de actividad, lo que no hubiese sido posible si se hubiesen utilizado las siguientes tablas de 2010, ya que éstas ofrecen menor grado de desagregación que las anteriores, 64 ramas de actividad. Por otra parte, el periodo 2000-2008 resulta relevante desde el punto de vista económico puesto que coincide con una importante etapa de expansión de las economías española y andaluza.

En nuestro estudio, no hemos utilizado directamente las TIO, sino que las hemos obtenido a partir de las tablas origen y destino. La razón de este proceder es garantizar que la estructura y metodología de construcción de la TIO es la misma para los años 2000 y 2008 para España y Andalucía. Para la obtención de las TIO se han utilizado las tablas de origen y destino a precios básicos 2000 y 2008. En el caso de España se han obtenido de la Contabilidad Nacional Española (INE, 2015a) y en el

caso de Andalucía, han sido tomadas del Marco Input-Output de Andalucía (IECA, 2015).

El análisis SDA requiere contar con TIO a precios constante para evitar la influencia de los cambios de precios (Hoekstra, 2016; Lan et al., 2016). La literatura especializada recomienda deflactar directamente las tablas de origen y destino (Eurostat, 2008; Miller y Blair, 2009) para calcularlas a precios constantes y a partir de ellas obtener las TIO. Para convertir las tablas de origen y destino de 2008 a precios básicos a precios constantes año 2000, en el caso de España, se han utilizado los distintos deflatores (índices de precio al consumo y a los productos) publicados por el Ministerio de Economía y Competitividad (MEC, 2014); y en el caso de Andalucía, los índices de precios de consumo (IECA, 2015) (ver anexo D, tabla D.1).

Por otro lado, dado que dichas tablas, para España y Andalucía tienen distinto grado de desagregación, 73 ramas de actividad para España y 86 para Andalucía, se ha procedido a reducir las ramas de actividad andaluzas, agrupándolas y dejándolas en 73 ramas de actividad (ver Anexo D, tabla D.2). De esta forma, las TIO de España y Andalucía para 2000 y 2008 se han obtenido para las mismas ramas de actividad (ver apartado *información complementaria* tras los anexos), facilitando así la comparativa de los resultados procedentes de la descomposición.

Los datos de consumo de energía final para España proceden del balance de consumo de energía final de España 1990-2012 (IDAE, 2014) que sigue las normas de Eurostat y está integrado por 23 sectores distintos (ver anexo D Tabla D.3 y D.4). Para el caso de Andalucía, el consumo de energía final procede del Ministerio de Industria Energía y Turismo (MINETUR, 2015), estos datos están disponibles para 33 sectores distintos (ver Anexo D, tablas D.5 y D.6).

El consumo de energía del sector transformación de la energía (sector refinерías) se ha obtenido de los balances de Eurostat 1999-2000 y 2008-2009 (Eurostat, 2002 y 2011) para el caso de España y del Ministerio de Industria Energía y Turismo (MINETUR, 2015) para el caso de Andalucía. El sector transformación de energía

incluye las *Coquerías, refino y combustibles nucleares, Producción y distribución de energía eléctrica, Producción y distribución de gas*, que son ramas de actividad incluidas en la estructura económica. En las estadísticas energéticas oficiales, los autoconsumos de estas actividades no se incluyen en el balance de energía final. Sin embargo, en este capítulo se han tenido en cuenta estos consumos energéticos para poder así analizar la totalidad de la actividad económica de España y Andalucía. No obstante, no se considera la energía primaria utilizada para la generación de la energía final, para evitar una doble contabilidad.

Los datos de consumo de generación eléctrica para España, así como el desglose por fuente energética del consumo de energía eléctrica se ha tomado de Red Eléctrica de España (REE, 2000 Y 2008). En el caso de Andalucía, estos datos proceden del Ministerio de Industria Energía y Turismo (MINETUR, 2015).

Como se ha señalado, los datos de consumo de energía final vienen desagregados en sólo 23 ramas de actividad en el caso de España y 33 ramas de actividad en el caso de Andalucía. Por este motivo, para mantener el grado de desagregación máximo posible, en las 73 ramas de actividad procedentes de las TIO, se ha procedido al desglose del consumo de energía final en cada una de las 73 ramas de actividad, siguiéndose una metodología indicada en el anexo B. Esta metodología, para el caso de España, se basa en el establecimiento de un vínculo entre las ramas de actividad de las TIO, los datos disponibles de emisiones para cada rama de actividad y el consumo de energía (tabla B.1 del anexo B). Para el año 2000, los datos de emisiones de CO₂ proceden de las Cuentas Satélites sobre Emisiones Atmosféricas 1995-2003 (INE, 2014a) y están disponibles para 52 ramas de actividad (Tabla B.2 del anexo B), y para el año 2008, proceden de las Cuentas de Emisiones Atmosféricas 2008-2011 (INE, 2014b) integradas por 63 ramas de actividad (tabla B.3 del anexo B).

Para el caso de Andalucía, al no disponer de las tablas de emisiones, se establece una relación entre las ramas de actividad de las tablas input-output y el consumo de energía final (tabla B.4 del anexo B).

La estimación del consumo de energía del transporte privado de los hogares se ha realizado a partir de los datos de vehículos turismos y motocicletas (MF, 2013) y las emisiones equivalentes de CO₂ de estos vehículos (MAAMA, 2010).

Finalmente, la descomposición requiere del dato de la población española y andaluza de los años 2000 y 2008, tomándose del INE (2015a).

3.4. Resultados

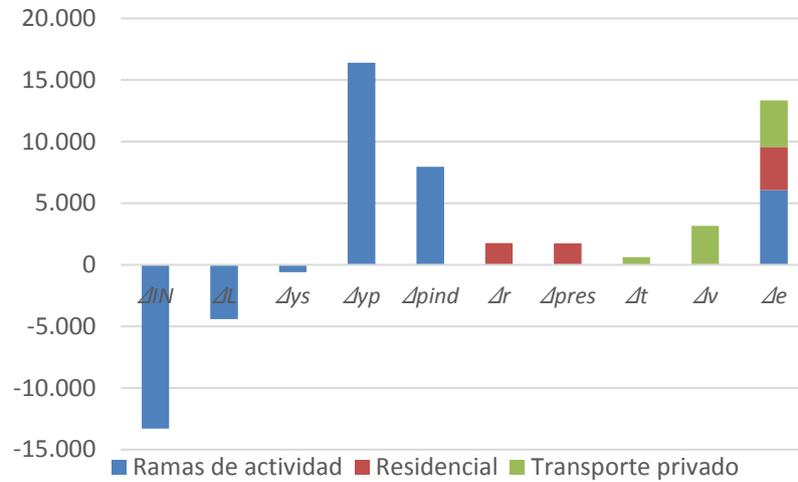
3.4.1. Efectos del análisis de descomposición estructural de los cambios en el consumo de energía final en España y Andalucía

Los efectos de la descomposición de los cambios en el consumo de energía total de España y Andalucía se presentan distinguiéndose su destino final, esto es, por ramas de actividad, residencial y por transporte privado.

En el caso de España, la variación del consumo de energía entre los años 2000 y 2008 fue de 13.344 ktep, un 46 % procedente de las ramas de actividad (6.067 ktep) y el resto de los hogares (28 % transporte y 26 % sector residencial).

En este periodo, según se observa en la figura 3.1, los efectos nivel de vida y población son los que contribuyen más al incremento del consumo de energía final. Por el contrario los efectos intensidad energética y Leontief son los que favorecen más la reducción del consumo de energía final. En el caso particular del consumo de los hogares todos los efectos analizados (uso de la energía residencial por persona, población, uso de la energía en el transporte privado por carretera por vehículo y número de vehículo) originan un incremento del consumo de energía.

Figura 3. 1 Efectos descomposición del consumo de energía final en España entre 2000 y 2008 (ktep)

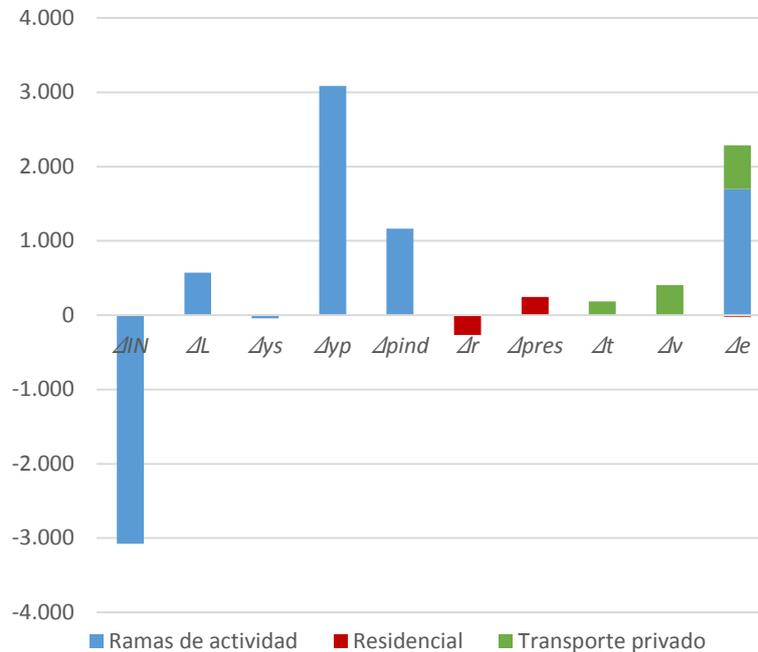


Fuente: Elaboración propia

En Andalucía, el incremento de consumo de energía fue de 2.265 ktep, en este caso las ramas de actividad (1.697 ktep) contribuyeron significativamente a esta variación (74,9 %) y los hogares sólo lo hicieron en un 25 %. En este periodo, la variación del consumo de energía del sector residencial en Andalucía fue negativo (-22 ktep), mientras que el transporte privado incrementó su consumo en una proporción similar a la española (representando el 26 % de la variación total).

A diferencia de España, en Andalucía se observa como el efecto Leontief contribuye al incremento del consumo de energía final, mientras que el efecto del uso de la energía residencial por persona es negativo. Respecto al resto de los efectos sigue la misma tendencia observada que en España, según se muestra en la figura 3.2.

Figura 3. 2 Efectos descomposición del consumo de energía final en Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep)



Fuente: Elaboración propia

Para ambas economías, los efectos explicativos analizados del cambio en el consumo de energía de las ramas de actividad entre 2000 y 2008 han sido cinco: intensidad, Leontief, estructural, nivel de vida y población.

Los resultados muestran en primer lugar, que el consumo de energía por ramas de actividad se incrementó tanto en España como en Andalucía. Este aumento está en buena medida explicado por los efectos nivel de vida (Δy_p) y población (Δp_{ind}), lo que corrobora la falta de desacoplamiento entre crecimiento económico medido por la renta per cápita y el consumo de energía. En concreto, el efecto nivel de vida representa 2,7 veces la variación del consumo de energía de las ramas de actividad del periodo en España mientras que en Andalucía fue 1,8 veces, según los valores mostrados para cada uno de los efectos en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2 Efectos de descomposición del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2008 (ktep)

	ESPAÑA				ANDALUCÍA			
	Ramas de actividad	Residencial	Transporte privado	TOTAL	Ramas de actividad	Residencial	Transporte privado	TOTAL
ΔIN	-13.296			-13.296	-3.078			-3.078
ΔL	-4.395			-4.395	571			571
Δy_s	-584			-584	-43			-43
Δy_p	16.396			16.396	3.084			3.084
Δp_{ind}	7.948			7.948	1.163			1.163
Δr		1.765		1.765		-267		-267
Δp_{res}		1.730		1.730		244		244
Δt			623	623			187	187
Δv			3.159	3.159			404	404
Δe	6.067	3.495	3.782	13.344	1.697	-22	590	2.265

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para el caso de España, los efectos que influyeron más significativamente en la reducción del consumo por ramas de actividad fueron el efecto intensidad (ΔIN) y Leontief (ΔL) y en menor medida el efecto estructural (Δy_s). No obstante, en el caso de Andalucía, sólo los efectos intensidad y estructural favorecieron la reducción del consumo. En ambas economías se observa una mejora de la eficiencia energética, medida en términos de intensidad de energía por ramas de actividad.

Agrupando las ramas de actividad en los diferentes sectores económicos (primario, industria, construcción, servicios y transporte), en el periodo 2000-2008 en España todos los sectores han incrementado su consumo de energía, salvo el de construcción. Los efectos nivel de vida (Δy_p) y población (Δp_{ind}) influyen en el incremento del consumo de energía en todos los sectores, como se observa en la tabla 3.3. Por el contrario, el efecto intensidad (ΔIN) de los distintos sectores

contribuye a la reducción del consumo, principalmente en la industria y los servicios. El efecto Leontief (ΔL) reduce el consumo de energía de los distintos sectores, salvo fundamentalmente en el de servicios y, en mucha menor medida, en el transporte. Los valores de estos efectos denotan una evolución tecnológica en la industria y la construcción que contribuye a la reducción de su consumo. La gran expansión de la construcción en este periodo, provoca que este sector sea el único que tenga un valor positivo del efecto estructural (Δy_s).

Tabla 3. 3 Efectos de descomposición del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2008 por sectores económicos (ktep)

	ESPAÑA						ANDALUCÍA					
	ΔIN	ΔL	Δy_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE	ΔIN	ΔL	Δy_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE
PRIMARIO	-97	-24	-360	493	240	250	55	3	-191	81	224	171
INDUSTRIA	-6.184	-2.365	-397	6.275	3.019	348	-1.824	-180	275	421	1.123	-185
CONSTRUCCIÓN	-1.711	-3.244	1.526	2.049	980	-400	-475	-181	526	151	426	447
SERVICIOS	-3.243	1.147	-805	4.742	2.327	4.169	-378	908	-396	288	826	1.248
TRANSPORTE	-2.061	90	-548	2.836	1.383	1.700	-456	21	-258	192	516	16
TOTAL	-13.296	-4.395	-584	16.396	7.948	6.067	-3.078	571	-43	1.134	3.114	1.697

Fuente: Elaboración propia

En Andalucía, el sector industrial es el que ha reducido su consumo de energía en el periodo, mientras que el de servicios, como en el caso de España, es el que más ha aumentado. Igualmente los efectos nivel de vida (Δy_p) y población (Δp_{ind}) influyen en el crecimiento del consumo de energía en todos los sectores. El efecto Leontief representa una ganancia de energía en el periodo, fundamentalmente debida al comportamiento del sector servicios. Respecto al efecto intensidad, todos los sectores presentan pérdidas de energía, salvo el primario. Si bien el efecto

estructural es poco relevante en cuanto a su evolución global, se observa un crecimiento significativo en el caso de los sectores industria y construcción.

En ambas economías, observamos un comportamiento similar en cuanto a la descomposición en efectos de los distintos sectores económicos, si bien existen hechos diferenciales. En el sector primario en Andalucía los efectos ΔIN y ΔL tiene un valor positivo, lo que contribuye a un incremento proporcional mayor del consumo de energía de este sector en Andalucía que en España. En el sector servicios en Andalucía el efecto ΔL alcanza un valor proporcional mayor que en España, igualmente los sectores industria y construcción alcanzan valores de reducción de energía proporcionalmente menor que en España, por lo que el efecto ΔL en Andalucía representa una ganancia de energía. Por otra parte, en la industria el efecto estructural (Δy_s) no sigue las mismas pautas de comportamiento energético en ambas economías. En cuanto al sector transporte, si bien el valor alcanzado por los distintos efectos tienen una evolución similar en España y Andalucía, se observa que los efectos ΔIN y Δy_s producen una reducción del consumo de energía significativamente mayor en Andalucía; por lo que en esta economía el incremento total de energía de este sector alcanza un valor muy reducido (16 ktep).

Los cambios en el consumo de energía residencial vinieron explicados por los efectos uso de energía residencial por persona y población. En la tabla 3.2 se observa un crecimiento del consumo de energía residencial en España, debido a los dos efectos uso de energía residencial por persona (Δr) y población (Δp_{res}). Sin embargo, en el caso de Andalucía, el crecimiento del consumo de energía residencial debido al efecto uso de energía residencial por persona (Δr) es compensado prácticamente por el efecto población (Δp_{res}). En el caso de Andalucía se observa que se ha producido un crecimiento del uso de energía por persona no justificado por el incremento de la población.

Asimismo, en la tabla 3.2 se muestra que el aumento del consumo de energía debido al transporte privado viene explicado por los dos efectos analizados, el uso de la

energía en transporte privado por carretera por vehículo (Δt) y número de vehículos (Δv), siendo más significativo éste último en ambas economías. El periodo analizado se caracterizó por un importante crecimiento económico, reflejándose a su vez en un aumento de la flota de vehículos privados, lo que explica el aumento del consumo de energía debido al transporte.

En la tabla 3.4 se muestran los resultados de los efectos de la descomposición del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo analizado para las 20 ramas de actividad de más consumo de energía en el año periodo de referencia (suponen el 82,4 % y el 86,5 % de España y Andalucía respectivamente). La variación del consumo de energía de las 20 ramas de actividad fue de 6.537 ktep en España y fue 581 ktep en el caso de Andalucía.

Los resultados de la descomposición de cada una de las 73 ramas de actividad pueden consultarse en Anexo D, tabla D.7 (resultados de España) y tabla D.8 (resultados de Andalucía).

Tabla 3. 4 Efectos de descomposición de la variación del consumo de energía en las 20 ramas de actividad más consumidoras de energía en España y Andalucía entre los años 2000 y 2008 (ktep)

	ESPAÑA						ANDALUCÍA					
	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado							-18	7	-55	24	65	23
Administración pública	292	182	-116	467	237	1.062	-10	55	-40	26	74	105
Agricultura, ganadería y caza	-58	-34	-188	338	165	224	50	-3	-191	74	203	133
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	312	28	29	59	34	462						
Comercio al por mayor e intermediarios	-495	655	31	602	302	1.096						
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	-784	465	-127	522	255	330	-31	30	-88	34	94	39
Coquerías, refino y combustibles nucleares	-261	-85	-20	170	80	-114	-26	128	88	37	114	341
Elaboración de bebidas							-94	7	-88	23	57	-94
Fabricación de cemento, cal y yeso	-43	34	209	41	23	264	-35	-13	-33	10	26	-45
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-100	-17	-216	96	44	-194	-2	-1	-21	5	12	-6
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	-84	36	74	70	35	132						
Industria del papel	-119	-52	233	194	98	354	-14	-1	-25	12	31	3
Industria del tabaco							-93	-5	-82	25	64	-90
Industria química	-1.031	-89	555	718	351	503	-266	-15	101	69	188	76

	ESPAÑA						ANDALUCÍA					
	ΔIN	ΔL	ΔY_s	ΔY_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}	ΔIN	ΔL	ΔY_s	ΔY_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Industrias de la cerámica	-115	23	-225	303	147	132	-2	-1	14	4	12	28
Metalurgia	-743	79	970	552	278	1.136	-392	-11	-69	57	141	-274
Otras actividades empresariales							-279	-95	23	80	212	-58
Otras industrias alimenticias	-466	-81	-221	614	296	142	-279	-95	23	80	212	-58
Producción y distribución de energía eléctrica	-717	56	-14	225	104	-344						
Restauración	-861	124	-947	905	431	-348	-143	228	-88	61	174	232
Sanidad y servicios sociales de no mercado							-18	93	35	13	42	165
Transporte aéreo y espacial	-719	44	406	903	446	1.080	-232	-2	-122	43	107	-207
Transporte marítimo	-268	8	-249	268	128	-113	-142	-1	-101	29	72	-143
Transporte por ferrocarril	145	23	-254	168	83	164						
Transporte terrestre y transporte por tubería	-1.218	15	-451	1.497	726	569	145	23	-254	168	83	164
SUB-TOTAL	-7.333	1.415	-522	8.714	4.263	6.537	-2.062	328	-729	820	2.224	581
RESTO DE ACTIVIDADES	-5.964	-5.810	-63	7.682	3.685	-470	-1.016	243	686	314	890	1.117
TOTAL	-13.296	-4.395	-584	16.396	7.948	6.067	-3.078	571	-43	1.134	3.114	1.697

Fuente: Elaboración propia

Las 20 ramas de actividad seleccionadas muestran un incremento del consumo de energía de un 10,1 % y 22,5 % para España y Andalucía respectivamente en el periodo 2000-2008. Este incremento se debió a los efectos Leontief, nivel de vida y población, sólo parcialmente compensados por los efectos intensidad y estructural.

Si consideramos las 20 ramas de actividad seleccionadas, el efecto intensidad ΔIIN ha contribuido al descenso del consumo de energía en el periodo analizado, tanto en España como en Andalucía, en prácticamente todas las ramas de actividad. Se observa que todos los sectores incluidos en la tabla 3.4 muestran un descenso del consumo de energía por el efecto intensidad, salvo los sectores denominados *Administración Pública, Alquiler de maquinaria y enseres domésticos y el Transporte por ferrocarril* en el caso de España y sólo la *Agricultura, ganadería y caza* en el caso de Andalucía.

Si ampliamos el análisis de este efecto a la totalidad de las 73 ramas de actividad, en el caso de España, 56 presentan un efecto intensidad negativo, destacando entre ellos el sector de la *Construcción* (-1.711 ktep) y el *Transporte terrestre y transporte por tubería* (-1.218 ktep). En cuanto a Andalucía, 63 sectores presentan un valor negativo del efecto intensidad (-3167 ktep), destacando el sector de *Construcción* (-475 ktep) y *Metalurgia* (-392 ktep). En ambas economías, el sector de la *Construcción* es el que muestra el mayor descenso del consumo de energía por el efecto intensidad, debido a que el crecimiento del output de dicho sector en el periodo fue muy superior al del consumo de energía. En el caso de España, según se desprende del análisis de las TIO 2000 y 2008 elaboradas, el crecimiento del output del sector de la *Construcción* fue del 87 % mientras que el del consumo de energía fue sólo de un 8,4 %.

En definitiva, los resultados muestran un descenso de la intensidad energética y por consiguiente una mejora de la eficiencia energética. Estos datos corroboran la evolución experimentada por el indicador agregado de intensidad energética en España y Andalucía. Es decir, entre 2000 y 2008, el consumo de energía por unidad

producida se redujo de 137,6 tep/M€ a 125,4 tep/M€ (MITC, 2009) en España y de 181,6 tep/M€ hasta 179,9 tep/M€ (AAE, 2009) en Andalucía. Por este motivo, la reducción de la intensidad energética facilitó la reducción del consumo de energía procedente de las ramas de actividad en -13.296 ktep en España y en -3.078 ktep en Andalucía.

En relación al efecto Leontief, se observan los siguientes resultados por ramas de actividad. Al considerar únicamente las 20 ramas de actividad de la tabla 3.4, el efecto Leontief toma valores positivos tanto en España (1.415 ktep) como en Andalucía (328 ktep). Este resultado se explica como consecuencia de que las 20 ramas de actividad seleccionadas por su alto consumo de energía son a su vez, las que han incrementado más su actividad. Otra razón podría deberse a que en estas ramas de actividad, debido a un cambio tecnológico, se han utilizado inputs consumidores de más energía. Las ramas de actividad que más incrementan el consumo de energía por el efecto Leontief son *Comercio al por menor y Comercio al por mayor* en el caso de España, y *Coquerías, refino y combustibles nucleares* y *Restauración* en el caso de Andalucía, en los que su evolución tecnológica ha revertido hacia un mayor consumo energía. En el caso particular de las *Coquerías, refino y combustibles nucleares*, destaca el incremento del petróleo procesado en las refinerías andaluzas durante el periodo analizado. En el caso particular de Andalucía, los sectores denominados por *Otras industrias alimentarias y otras actividades empresariales* han contribuido a disminuir el consumo de energía por el efecto ΔL , debido posiblemente al desarrollo de esta industria.

Sin embargo, cuando se consideran la totalidad de ramas de actividad analizadas, el efecto Leontief muestra un comportamiento desigual en España y Andalucía, ya que el efecto Leontief es negativo (-4.395 ktep) en el caso de España y positivo (571 ktep) en Andalucía. A pesar de ello, tanto en España como en Andalucía se observa que un buen número de ramas de actividad presentan un valor negativo. En concreto, 41 ramas de actividad presentan un valor negativo de este efecto (-6.970 ktep) en España y 32 ramas en Andalucía (-541 ktep). En concreto, destaca el sector

Construcción con un valor del efecto Leontief de -3.244 ktep y -181 ktep para España y Andalucía respectivamente.

Si consideramos el efecto estructural ΔY_s , podemos destacar la menor importancia relativa de este efecto frente al resto, lo que nos indica que en el periodo existieron pocos cambios en la estructura de la demanda española y andaluza. Las 20 ramas de actividad seleccionadas muestran un valor del efecto estructural de -522 ktep y -729 ktep para el caso de España y Andalucía respectivamente. Los sectores que más contribuyeron al descenso del consumo de energía por el efecto estructural fueron el de la *Restauración* (-975 ktep) en el caso de España y el de *Agricultura, ganadería y caza* (-191 ktep) en el caso de Andalucía. Adicionalmente, cabe destacar los sectores de *Transporte aéreo, Metalurgia y Fabricación de cemento cal y yeso* en Andalucía debido principalmente a la reducción de su contribución en la estructura de la demanda. En ambas economías, si se analiza la totalidad de ramas de actividad, la *Construcción* fue el sector que incrementó más el consumo de energía por ramas de actividad durante el periodo 2000 y 2008 debido a este efecto, en España 1.526 ktep y en Andalucía 526 ktep. Este dato muestra que es una de las ramas de actividad cuya demanda final creció más respecto a la demanda total.

Respecto a los efectos nivel de vida (Δy_p) y población (Δp_{ind}), todas las ramas de actividad de ambas economías incrementaron el consumo de energía, siendo los sectores de *Construcción y Transporte terrestre* los que presentan un mayor valor tanto en España como en Andalucía. De nuevo, el importante crecimiento económico y del output sectorial muestra que el consumo de energía se incrementa debido al aumento de la renta per cápita y del nivel de vida.

3.4.2. Efectos por fuentes energéticas del análisis de descomposición estructural del consumo de energía final en España y Andalucía

La contribución de cada uno de los recursos energéticos en los efectos de la descomposición de las variaciones del consumo total de energía en España y Andalucía, se muestra en la tabla 3.5, así como en la figura 3.3. Los recursos energéticos analizados han sido: gas natural, productos petrolíferos, energía renovable, nuclear y carbón. En el periodo analizado, los tres primeros recursos mencionados experimentan un incremento del consumo de energía final, mientras que tanto la energía nuclear como el carbón ven reducido su uso.

A su vez, los efectos de la descomposición de las variaciones del consumo de energía, teniendo en cuenta los recursos energéticos, se presentan atendiendo a su destino final, es decir, según sea consumo productivo, residencial y por transporte.

Atendiendo al consumo de energía de los sectores productivos se observa un incremento de los productos petrolíferos, gas natural y energías renovables, sólo parcialmente compensadas por la disminución del carbón y la energía nuclear.

Si atendemos al efecto intensidad, todas las fuentes energéticas excepto el gas natural contribuyen a disminuir el consumo de energía por sectores de actividad tanto en España como en Andalucía. En ambos casos, el uso de estas fuentes de energía por unidad producida se reduce y con ello, se reduce su intensidad.

Por otra parte, en el caso de España el cambio tecnológico medido por el efecto Leontief también refleja un menor uso del carbón, los productos petrolíferos y el gas natural (poco significativo para el caso de Andalucía).

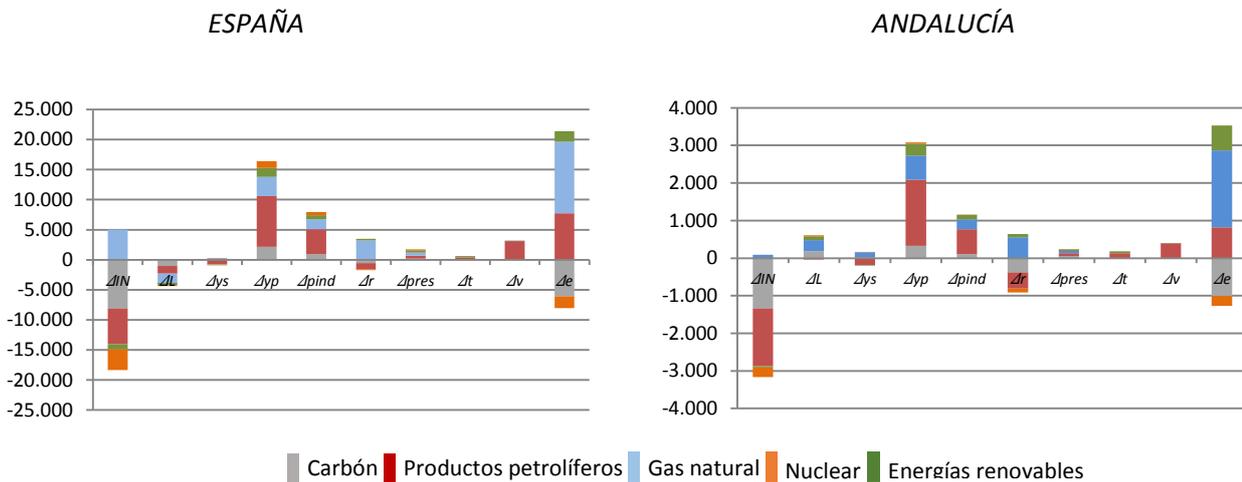
Los efectos estructural, nivel de vida y población, favorecen un crecimiento de las distintas fuentes energéticas tanto en España como en Andalucía.

En el caso del consumo de energía residencial tanto en España como en Andalucía, se observa que el carbón y los productos petrolíferos disminuyen en el periodo siendo

sustituídos por un aumento del gas natural y las energías renovables. En cuanto a la energía nuclear, en Andalucía se reduce su consumo mientras que en España prácticamente se mantiene constante. El efecto nivel de vida contribuye a disminuir el consumo del carbón, productos petrolíferos y la energía nuclear; mientras que el efecto población incrementa el consumo de todas las fuentes energéticas, coherente con la etapa de expansión y crecimiento del nivel de vida de la población residencial durante el periodo analizado.

Finalmente, el consumo de energía debido al transporte privado ha estado determinado por el efecto vehículos privados (Δv), y en concreto, por el aumento del uso de los productos petrolíferos y las energías renovables tanto en España como en Andalucía. De esta forma, se observa que el aumento del consumo de energía se debe fundamentalmente al aumento del número de vehículos aunque también en menor medida, al aumento del consumo de energía por vehículos.

Figura 3. 3 Contribución de los recursos energéticos en los efectos de descomposición del consumo total de energía en España y Andalucía entre el año 2000 y 2008 (ktep)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. 5 Efectos de descomposición de los recursos energéticos usados en España y Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep)

	ESPAÑA					ANDALUCÍA				
	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural	Energía renovable	Nuclear	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural	Energía renovable	Nuclear
ΔIN	-8.069	-5.961	5.050	-857	-3.460	-1.334	-1.541	88	-34	-257
ΔL	-1.028	-1.257	-1.581	-363	-166	184	-41	301	94	33
Δy_s	292	-715	-50	-93	-19	30	-184	126	-19	3
Δy_p	2.135	8.483	3.189	1.447	1.142	327	1.756	652	308	41
Δp_{ind}	959	4.130	1.629	705	525	109	657	264	121	12
Δr	-563	-1.003	3.207	258	-134	-381	-431	553	92	-100
Δp_{res}	175	517	493	400	146	57	77	58	45	7
Δt	0	397	-5	231	0	0	134	0	53	0
Δv	0	3.123	1	35	0	0	397	0	6	0
ΔE	-6.100	7.716	11.932	1.762	-1.966	-1.007	824	2.042	667	-260

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Sectores claves en relación al consumo de energía final en España y Andalucía

En el año 2000, el indicador medio de impacto en España es de 0,0011 (μ) y en el año 2008 su valor es de 0,0008 (μ).

Del total de 73 ramas de actividad de la economía española, en el año 2000 y 2008 se identifican 15 sectores claves (ver tabla 3.6). Las ramas de actividad Producción y distribución de energía eléctrica, Industria del cemento y Restauración son sectores claves en el año 2000 y no en el 2008, no obstante en este último año el primero tiene un impacto elevado desde la perspectiva de la demanda (forward linkage) y el segundo y tercero tiene un impacto alto desde la oferta (backward linkage).

Por otra parte, encontramos tres ramas de actividad que son claves en el año 2008 pero no lo son en el año 2000: Fabricación de vehículos de motor y remolques,

Administración pública y Fabricación de papel. Se observa como estas actividades están relacionadas con el crecimiento que ha experimentado la administración pública y la industria de bienes de consumo en el periodo considerado. La primera y la segunda de estas actividades tienen un impacto elevado desde la perspectiva de la oferta (backward linkage), mientras que la tercera tiene un impacto elevado desde la perspectiva de la demanda (forward linkage)

Respecto a los sectores claves de ambos años, estos se corresponden en general con la construcción, transporte, industria (química, alimentación y metalúrgica), agricultura, ganadería y caza y servicios de alquiler y comercio. Todas estas ramas de actividad son de gran relevancia en la economía de España, aportando en su conjunto el 33% PIB en el año 2000 y el 39% en el año 2008. La rama de la *Construcción* tiene un elevado impacto en otras ramas, se demuestra por ejemplo en el forward linkage de ramas de actividad tales como *Industria cerámica* (años 2000 y 2008) y *Fabricación de cemento, cal y yeso* (año 2008).

En el periodo los servicios relacionados con la administración pública han tenido un importante crecimiento, en ambos años las ramas de *Administración pública y Sanidad y servicios sociales (no mercado)* tienen un elevado backward linkage, convirtiéndose el primero de ellos en sector clave.

Los sectores de transformación de la energía tienen un impacto muy importante en la demanda, por lo tanto *Producción y distribución de energía eléctrica* y *Coquerías, refino y combustibles nucleares* tienen en ambos años un elevado forward linkage.

Tabla 3. 6 Sectores claves de la economía española en cuanto al consumo de energía final años 2000 y 2008

	2000		2008	
	μ_v	μ_y	μ_v	μ_y
Construcción	0,0102	0,0012	0,0066	0,0013
Transporte terrestre y transporte por tubería	0,0070	0,0135	0,0053	0,0109
Restauración	0,0046	0,0012		
Transporte aéreo y espacial	0,0039	0,0031	0,0036	0,0025
Industria química	0,0032	0,0036	0,0027	0,0021
Otras industrias alimenticias	0,0029	0,0016	0,0021	0,0012
Comercio al por mayor e intermediarios	0,0024	0,0022	0,0026	0,0025
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	0,0024	0,0012	0,0019	0,0016
Metalurgia	0,0021	0,0041	0,0025	0,0024
Agricultura, ganadería y caza	0,0015	0,0025	0,0012	0,0015
Transporte marítimo	0,0014	0,0012	0,0008	0,0008
Producción y distribución de energía eléctrica	0,0013	0,0040		
Fabricación de productos metálicos	0,0012	0,0020	0,0009	0,0011
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	0,0012	0,0017	0,0008	0,0008
Industrias de la cerámica	0,0012	0,0015		
Fabricación de vehículos de motor y remolques			0,0022	0,0008
Administración pública			0,0021	0,0011
Industria del papel			0,0008	0,0012

Fuente: Elaboración propia

La situación en Andalucía, en cuanto a los sectores claves determinados para el año 2000 y 2008 es similar a la de España. En el año 2000, el indicador medio de impacto en Andalucía es de 0,0003 (μ) y en el año 2008 su valor es de 0,0004 (μ). En la tabla

3.7 puede observarse como las ramas de actividad de *Construcción, Agricultura, ganadería y caza, Industria química, Industria papel, Otras industrias alimentarias, Transporte aéreo y marítimo, Restauración y Administración pública* son sectores claves, como en el caso de España, en ambos años de análisis. En el caso de Andalucía también son sectores claves en ambos años *Industria tabaco, Elaboración de bebidas y Salud y servicios sociales*. Asimismo se observa, a diferencia de España, que los sectores *Metalurgia, Comercio al por menor y Fabricación de productos metálicas* no son claves en el 2008. Otra diferencia importante observada es que el *Transporte terrestre* adquiere más importancia en Andalucía en 2008, siendo en este año sector clave. La *Industria cerámica* tiene un comportamiento similar en ambas economías, siendo un sector clave en el año 2000.

Tabla 3. 7 Sectores claves de la economía andaluza en cuanto al consumo de energía final años 2000 y 2008

	2000		2008	
	μ_v	μ_y	μ_v	μ_y
Construcción	0,0088	0,0007		
Transporte terrestre y transporte por tubería			0,0063	0,0079
Otras industrias alimenticias	0,0055	0,0034	0,0030	0,0020
Metalurgia	0,0045	0,0020		
Agricultura, ganadería y caza	0,0045	0,0130	0,0035	0,0056
Industria química	0,0044	0,0038	0,0031	0,0015
Transporte aéreo y espacial	0,0034	0,0028	0,0009	0,0008
Restauración	0,0034	0,0009	0,0034	0,0008
Transporte marítimo	0,0023	0,0020	0,0006	0,0005
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	0,0022	0,0004		
Industria del tabaco	0,0019	0,0010	0,0007	0,0006
Elaboración de bebidas	0,0018	0,0011	0,0005	0,0005
Industria cárnica	0,0016	0,0010		

	2000		2008	
Coquerías, refino y combustibles nucleares			0,0029	0,0012
Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	0,0015	0,0006	0,0010	0,0006
Administración pública	0,0014	0,0004	0,0015	0,0006
Comercio al por mayor e intermediarios			0,0024	0,0010
Industria del papel	0,0008	0,0007	0,0005	0,0010
Actividades anexas a los transportes			0,0005	0,0034
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	0,0004	0,0005		
Sanidad y servicios sociales de no mercado	0,0004	0,0003	0,0012	0,0004
Fabricación de productos metálicos	0,0004	0,0006		
Fabricación de otros productos minerales	0,0003	0,0008		
Fabricación de otro material de transporte	0,0003	0,0007		

Fuente: Elaboración propia

3.5. Discusión

El periodo 2000-2008 se caracterizó por un importante crecimiento del consumo total de energía en España y Andalucía. En el caso de España, la distinta variación del consumo energético de los hogares y sectores productivos provocó que los primeros incrementaran su participación en la estructura energética del 28,4 % al 32 %, mientras que los segundos lo redujeron del 71,6 % al 68,0 %. Por su parte, la estructura de consumo energético en Andalucía permaneció prácticamente constante (70 % sectores productivos y 30 % los hogares).

En el caso de la variación del consumo de energía de los sectores productivos, la descomposición efectuada nos permite detectar que los efectos de mayor influencia en el incremento del consumo de energía en España y Andalucía, son el nivel de vida (Δy_p) y población (Δp_{ind}). En relación a la variación del consumo de energía de los hogares, el análisis de descomposición muestra que es el transporte privado y más concretamente, el efecto número de vehículos Δv , el que tiene una mayor influencia.

Estos resultados muestran que en la economía española y andaluza, aún existe un acoplamiento entre crecimiento económico, población y en general nivel de vida, y consumo de energía, siendo coherente con los resultados obtenidos por Fuinhas y Cardoso M. (2012). Estos datos son resultado del mayor aumento del consumo de energía en los hogares debido a un mayor número de bienes de consumo por hogar, sobre todo electrodomésticos (IDAE, 2011a), así como al aumento del número de vehículos (MF, 2013) producidos en el periodo de expansión de la economía española.

Por otra parte, el efecto intensidad se convierte en uno de los factores claves para explicar la reducción del consumo de energía en los sectores productivos en la etapa de crecimiento, tanto en España como en Andalucía. Este resultado coincide con el obtenido en la descomposición del consumo de energía mediante la técnica LMDI-I en el capítulo cuarto, en el que se analiza también la importancia del efecto intensidad (macroeconómica).

De esta forma, la mejora de la eficiencia energética es un factor clave que puede permitir a la economía española y andaluza el desacoplamiento deseado entre crecimiento económico y crecimiento del consumo de energía por parte de los sectores económicos. En concreto, en el periodo analizado 2000-2008 la mejora de la eficiencia energética ha sido uno de los principales ejes de actuación de la política energética española y andaluza, tal y como se ha expuesto en el capítulo primero.

Durante el periodo 2000-2008, en el ámbito de la planificación energética española y andaluza se desarrollaron medidas específicas destinadas a los sectores económicos y al residencial, así como al transporte privado a través de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) 2004-2012 en España (ME, 2003) y, respecto a la Comunidad andaluza, el PLEAN 2003-2006 y el PASENER 2007-2013 (CEDT, 2003; CICE, 2007). En el caso de España, se establecieron un total de 28 programas de actuación que se ejecutaron conjuntamente entre el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de España y las Comunidades Autónomas (IDAE, 2011b). Estas medidas se

centraron por una parte en el establecimiento de subvenciones a proyectos energéticos, instalaciones y equipamiento y por otro lado, medidas para mejorar el uso de la energía, como por ejemplo “cursos de conducción eficiente”, “formación sobre ahorro energético” o realización de “estudios de viabilidad y auditorías energéticas”.

Los resultados de ahorro obtenidos de los distintos programas de actuación en España desarrollados en el marco de la E4 (ver Anexo D, tabla D.9) (IDAE, 2011b) nos permite determinar el grado de relación cualitativo entre el efecto intensidad y las principales actuaciones realizadas, según se muestra en la tabla 3.8. Se observa que las medidas que generan mayor impacto son las ayudas a la inversión establecidas para la mejora de la eficiencia energética destinadas de las distintas ramas de actividad, así como las ayudas para la puesta en marcha de planes de movilidad y transporte.

Tabla 3. 8 Relación entre el impacto de los Programas de actuación desarrollados en la E4 y el efecto intensidad

	RAMAS DE ACTIVIDAD (*) ($\Delta IN = -11.786$ ktep)	TRANSPORTE TERRESTRE ($\Delta IN = -1.218$ ktep)	ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ($\Delta IN = 292$ ktep)	RESIDENCIAL ($\Delta r = 1.765$ ktep)	TRANSPORTE PRIVADO ($\Delta t = 623$ ktep)
Programa de ayudas públicas a la industria					
Planes de movilidad urbana y planes de transporte para empresas					
Conducción eficiente de vehículos comerciales y privados					
Programa renovación vehículos					
Programa de ayudas para la rehabilitación de edificios y la mejora de la eficiencia de instalaciones					
Plan Renove electrodomésticos					
Programa de ayuda para la mejora de las instalaciones de servicios públicos					
	Alto impacto		Medio impacto		Bajo impacto

(*) Se incluye el conjunto de ramas de actividad salvo el transporte por carretera y la administración pública.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de IDAE (2011b)

Linares et al. (2012) analizan el coste de reducción de la demanda de energía para España, a través de diferentes tecnologías. El estudio considera que la incorporación de energías renovables para producción eléctrica, la reducción del consumo en los

vehículos (hibridación y mejora vehículos convencionales), el cambio modal hacia el ferrocarril y la mejora de la eficiencia en la climatización de edificios (calderas eficientes y bombas de calor) son las medidas más efectivas. En este estudio, se considera que el uso de señales de precio y subvenciones, deben utilizarse sólo para eliminar barreras y no como medida continua.

A partir de los resultados del análisis de descomposición estructural y el conocimiento de las medidas implementadas para la mejora de la intensidad energética, podemos concluir que los sectores productivos tales como la *Industria Química, Metalurgia y la Industria de la Alimentación, bebidas y tabaco* han experimentado una notable mejora en relación al consumo de energía. Estas ramas de actividad son sectores claves, por lo que la mejora de la eficiencia energética en los mismos tiene una notable influencia en el conjunto de la economía. Se observa como estos resultados son consistentes con las estimaciones obtenidas por IDAE del ahorro tecnológico del sector industrial, que en su definición guarda relación con la intensidad energética (energía/VAB) (IDAE, 2011b) (Ver Anexo D, tabla D.10). En cuanto al *Transporte por carretera*, igualmente sector clave, en el caso de España también podemos llegar a una conclusión similar, no así en el caso de Andalucía. Asimismo, el mayor descenso del indicador de intensidad energética en España frente a Andalucía también es coherente con el valor del ΔIN obtenido, ya que los resultados muestran que mientras en España este efecto equivale a 2,2 veces el incremento del consumo de energía de las ramas de actividad, en Andalucía es 1,8 veces.

Debido a la elevada repercusión en el consumo de energía del conjunto de ramas de actividad, los sectores claves son una referencia importante a la hora de diseñar las políticas energéticas. Para el caso de España, en el año 2000, el conjunto de sectores claves alcanzó un consumo de energía de 36.148 ktep (60,4% del conjunto de ramas de actividad) mientras que en el año 2008, el consumo de energía de los sectores claves fue superior, alcanzando 47.704 ktep (81,7%). En Andalucía, los sectores claves tienen una menor influencia en la demanda de energía consumida, así en el

2000 equivalían al 16,3 % del consumo de las ramas de actividad y en el 2008 el 22,2 %.

Por otra parte, si bien se establecieron múltiples medidas dirigidas al consumo de los hogares en España tales como la rehabilitación de edificios, el Plan Renove de electrodomésticos y la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación (MV,2006), el resultado obtenido en términos de intensidad no muestra una mejora del consumo energético. Por el contrario, en el caso de Andalucía si se aprecian una mejora en este sentido, debido quizás al especial desarrollo de una política de mejora de la cultura energética de la población, tal y como se desarrolló a través del PLEAN 2003-2006 y del PASENER 2007-2013.

Los resultados que hemos obtenido de la descomposición estructural para España son similares a los alcanzados por Mendiluce (2012) y Fernández et al. (2013), aunque existen algunas diferencias debido a que las variables y periodos analizados no son exactamente los mismos.

Mediluce (2012) analiza el consumo de energía primaria para el periodo 2000-2010 y muestra que los principales sectores que contribuyen a reducir la intensidad energética son el transporte y los sectores industriales, al igual que hemos concluido en nuestro trabajo. Por otra parte, la reducción del efecto intensidad experimentada por el *Sector eléctrico* mostrada en el análisis de Mendiluce (2012) no es observada en nuestro resultado, debido a que nuestro trabajo se centra en el análisis del consumo de energía final y no en el consumo de energía primaria.

A su vez, Fernández et al. (2013) descompone las variaciones del consumo de energía de España y del resto de los países de la Unión Europea en el periodo 2000-2008, mostrando que los efectos estructural e intensidad contribuyen a la disminución del consumo de energía en un 4,1 % y un 26,5 % respectivamente. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en este capítulo debido a que el efecto intensidad contribuye más significativamente que el efecto estructural a la reducción del consumo de energía en España.

Asimismo, la tendencia experimentada por el efecto de intensidad energética en España entre 2000 y 2008 es similar a la descrita por Cellura et al. (2012) en Italia, donde la industria química y el transporte por carretera están entre los sectores que más han mejorado su intensidad energética. Igualmente nuestras conclusiones son parejas a las obtenidas para Portugal por Guevara y Rodrigues (2016) en el periodo 1995-2010, que detectan como drivers del consumo de energía, la demanda final (crecimiento de la energía primaria) y la intensidad energética (reducción de la energía primaria).

Por su parte, el efecto Leontief también contribuye al descenso del consumo de energía de las ramas de actividad en el caso de España (-4.395 ktep). Este resultado muestra que ha existido una evolución de la economía hacia las ramas de actividad menos intensivas en el consumo de energía, todas ellas relacionadas con los servicios, el transporte y la administración pública. De hecho sólo tres industrias manufactureras (*Fabricación de material electrónico, Metalurgia e Industria cárnica*) tienen un valor del ΔL positivo.

Por el contrario el valor global del efecto Leontief ΔL del conjunto de los sectores productivos en Andalucía tiene un valor positivo, ya que en este caso, la demanda intermedia del sector industrial ha tenido un mayor crecimiento que el resto. No obstante, se detectan sectores energéticos y manufactureros muy intensivos desde el punto de vista del consumo de energía, caso por ejemplo de *Coquerías, refino y combustibles nucleares*, que han incrementado su consumo de energía debido al efecto tecnológico o Leontief. El valor positivo de este efecto en el caso de Andalucía, sobre todo en algunos sectores tradicionalmente menos intensivos como el de *Restauración*, muestra el mayor peso de dichos sectores en la demanda final, acompañado por un aumento del consumo en estos sectores.

En el caso concreto de Andalucía, Cardenete et al. (2012) muestran que el sector servicios se caracterizaba por su elevada intensidad energética en el periodo 1995-2005, concluyendo la necesidad de que las políticas de ahorro y eficiencia

energéticas se orientasen hacia el sector servicios con el objetivo de favorecer la reducción de su intensidad energética. Para el periodo analizado en nuestro estudio (2000-2008) observamos que el efecto intensidad muestra una mejoría del sector servicios en Andalucía, en consonancia con el resultado obtenido para el caso de España por Mendiluce (2012) quien apunta a la tercerización de la economía como factor clave para la reducción de la intensidad energética.

En cuanto a la estructura energética, en el periodo analizado existe una apuesta decidida por el incremento del uso de las energías renovables, que se ve reflejada en la existencia de una planificación específica para estas energías en España PFER 2000-2010 y PER 2005-2010 (MICT, 1999 y MITC 2005b) y en Andalucía, donde se establecieron objetivos más ambiciosos que superaban el objetivo de la política española PLEAN 2003-2006 y PASENER 2007-2013 (CEDT, 2003; CICE, 2007). En este periodo se establecieron medidas para incrementar su uso, consistentes en: medidas fiscales (en el caso de los biocarburantes), regulación, eliminación de barreras, subvenciones a la inversión, retribución especial de la energía eléctrica generada (sistema de primas), formación, difusión, etc. La principal medida existente fue el establecimiento de un sistema de primas a la generación eléctrica con renovables (García y Román, 2014).

El consumo de energías renovables en España y Andalucía en el periodo se incrementó un 302,0 % y un 64,3 %, respectivamente. El análisis de descomposición realizado muestra que el crecimiento de las energías renovables se produce debido a los efectos nivel de vida, población y transporte privado, sólo parcialmente compensado por el efecto intensidad. Este resultado permite concluir que las medidas implementadas favorecieron el mayor peso de las energías renovables por el efecto nivel de vida y transporte privado, debido a que en este periodo la actuaciones impulsadas se centraron principalmente en el uso de energías renovables para producción de energía térmica en hogares y en menor medida en la industria, así como el uso de biocarburantes en el transporte. En el periodo analizado las energías renovables no alcanzaron un alto grado de desarrollo en la generación

eléctrica, ya que en el año 2008 las renovables aportaban el 23 % de la energía generada en España (REE, 2008). A pesar que las medidas regulatorias para impulsar la producción eléctrica con estas fuentes se habían establecido en el año 2004 y modificadas en el 2007 (ME, 2004; MITC, 2007b), su expansión no se produjo hasta años posteriores al periodo analizado en este capítulo, debido a la lentitud del desarrollo de los proyectos de estas nuevas tecnologías.

Atendiendo al consumo del resto de fuentes energéticas, la descomposición estructural llevada a cabo para España y Andalucía, permite concluir que la reducción del consumo de carbón y energía nuclear, utilizado principalmente en la generación de energía eléctrica, se debe en buena medida al efecto intensidad.

Asimismo, se observa un incremento de los productos petrolíferos, fundamentalmente debido al incremento del número de vehículos (efecto ΔV) y del nivel de vida (efecto ΔY_p). Por otro lado, la adopción de medidas de ahorro energético establecidos a través de los Programa de ayudas públicas a la industria (MITC, 2005a y 2007a), contribuyeron a la reducción del consumo de productos petrolíferos en las distintas ramas de actividad, siendo coherente con el valor negativo del efecto ΔIN para esta fuente energética. Igualmente los Planes de movilidad urbana y planes de transporte para empresas, así como el impulso de la conducción eficiente contribuyen al valor negativo del efecto ΔIN , que es coherente con el obtenido por la rama de actividad *Transporte terrestre*.

El análisis de descomposición estructural nos indica que el incremento del consumo de gas natural debido a la mayor demanda de los hogares para usos térmicos (AAE, 2009; IDAE, 2016) y para electricidad (REE, 2000 y 2008), estando parcialmente compensado por la pérdida de eficiencia de esta fuente energética en las ramas de actividad. El desarrollo del uso de gas natural tuvo su desarrollo en España a través del PEN 1991-2000 (MICT, 1992), aprobándose las infraestructuras (gaseoductos, centrales eléctricas de ciclos combinado etc.) necesarias que fueron construidas en los años venideros. Respecto a Andalucía, tanto el PLEAN 2003-2006 como el

PASENER 2007-2013 contemplaban también entre sus objetivos la expansión de este combustible.

3.6. Conclusiones y recomendaciones

La aplicación del método de descomposición de análisis estructural (SDA) nos ha permitido establecer los efectos claves que explican los cambios producidos en el consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2008, distinguiéndose el consumo en las distintas ramas de actividad y en los hogares. También hemos determinado cuáles son las ramas de actividad consideradas como sectores claves para la demanda de energía.

A raíz de los resultados y su discusión podemos detectar que es necesario desacoplar el crecimiento económico del incremento de consumo de energía tanto a nivel nacional como regional.

Hemos visto como el incremento de la eficiencia energética es decisivo para conseguir un desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía. Además, este desacoplamiento tendría una repercusión muy favorable sobre la competitividad de la economía española y andaluza, ya que permitiría reducir las importaciones de combustibles y abaratar la factura energética. En este sentido, es recomendable que, tanto en España como en Andalucía, pero a raíz de los resultados obtenidos en el análisis es más acuciante en esta última, evolucionen hacia una estructura del sistema económico que favorezca aquellas actividades de más valor tecnológico y/o que sean menos intensivas respecto al consumo de energía, como otros países europeos han hecho.

En el ámbito de los hogares, la evolución del efecto intensidad y el análisis de las acciones desarrolladas en el periodo, nos permite proponer la necesidad de intensificar las actuaciones destinadas a reducir el consumo de energía a través de medidas tales como la construcción de edificios de consumo cero energía, la

rehabilitación energética de los edificios existentes, el uso de electrodomésticos eficientes y el uso de energías renovables. Para potenciar las dos primeras medidas mencionadas, se considera apropiado establecer planes de viviendas públicas de consumo cero o de muy alta calificación energética, así como planes de rehabilitación de vivienda, facilitando el acceso de los ciudadanos mediante subvenciones, financiación preferente y deducciones fiscales. Estas medidas, además de mejorar la demanda energética de los hogares, incidirían en potenciar el sector de la construcción.

Respecto al mayor uso de las energías renovables, en muchas ocasiones su falta de competitividad respecto a las energías fósiles son debido a la existencia de externalidades no contabilizadas, por lo que se considera que es necesario avanzar en políticas para corregirlas, mediante señales de precios. También se detecta, en el caso de uso de energías renovables o equipos de alta eficiencia, que es conveniente vencer ciertos fallos de mercado debido a asimetrías de la información y/o problemas de agente-principal, en este caso se recomienda la puesta en marcha de políticas de mejora de la información, mediante por ejemplo campañas informativas.

En segundo lugar, es imprescindible adoptar medidas que mejoren el uso de la energía, mediante el cambio de hábitos de los ciudadanos (tales como la temperatura óptima de consigna de los aires acondicionados y calefacción, uso de la luz natural, optimización de la producción y uso del agua caliente sanitaria, cocina, etc.). También es necesario actuar sobre el uso privado del transporte, promocionando un cambio modal (incremento transporte público, uso de bicicletas, potenciar las zonas peatonales, etc.) y apostando por vehículos más eficientes, tales como los eléctricos. En este sentido el incremento de las políticas de concienciación e información serían un buen aliado para alcanzar estos objetivos.

Por otra parte, el crecimiento del número de vehículos privados durante el periodo analizado ha sido uno de los efectos claves del incremento del consumo de energía en los hogares. Así, además de las políticas de concienciación e información para

posibilitar un cambio modal del uso del transporte, también es necesario favorecer el empleo de vehículos eléctricos, mediante el establecimiento de ayudas, prioridad de uso de estos vehículos frente a los tradicionales de gasolina y diésel, zonas de aparcamiento gratuito en zonas establecidos y accesibilidad a puntos de recarga públicos.

El resultado obtenido del efecto intensidad de las distintas ramas de actividad nos muestra que ha sido el principal factor inhibitor del crecimiento del consumo de energía en el periodo debido a la mejora de la intensidad energética. No obstante existen ramas de actividad en España, tales como la *Administración pública*, el *Transporte por ferrocarril* o la *Industria Textil* que necesitan mejorar este parámetro, por lo que se recomienda implementar actuaciones de mejora de la eficiencia energética específicas dirigidas a estas actividades. En el caso del *Transporte por ferrocarril*, además sería conveniente potenciar las infraestructuras de intercambiadores, para favorecer el cambio modal del transporte de mercancías, que supone un elevado consumo de derivados de petróleo. En el caso específico de Andalucía, dada la importancia del sector *primario* y más específicamente, del sector *agrícola*, y considerando que el efecto intensidad ha demostrado ser un factor impulsor del crecimiento de energía en este sector, se recomienda actuar sobre el incremento de su eficiencia energética.

En consideración al impacto que los sectores claves causan sobre el consumo de energía del conjunto de la economía, se considera que éstos son prioritarios a la hora de adoptar medidas que mejoren su eficiencia energética, tanto de los propios procesos de generación y consumo de energía, como de los procesos productivos para favorecer así un menor consumo de energía.

En cuanto a las distintas medidas a desarrollar en el ámbito de las políticas energéticas y económicas dirigidas a los distintos sectores productivos se recomienda aplicar aquellas medidas que favorezcan el acceso a la financiación de las inversiones en equipos e instalaciones de alta eficiencia energética. Así como el

establecimiento de una regulación estable que garantice la rentabilidad de las mismas. Igualmente es imprescindible contar con normativa técnica y económica que regule el desarrollo de las tecnologías energéticas más eficientes y de uso de energías renovables, garantizando el óptimo funcionamiento de las mismas.

3.7. Bibliografía capítulo 3

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2009). Datos Energéticos 2008.

Alcántara V., Duarte R. (2004). Comparison of energy intensities in European Union countries. Results of a structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 32(2), 177-189.

Alcantara, V., Padilla, E. (2003). "Key" sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case. *Energy Policy*, 31(15), 1673-1678

Alcántara, V., Padilla, E. (2009). Input-output subsystems and pollution: an application to the service sector and CO2 emissions in Spain. *Ecol. Econ.* 68 (3), 905–914

Alcántara V., Río P., Hernández F. (2010). Structural analysis of electricity by productive sectors. The Spanish case. *Energy*, 35, 2088-2098.

Ang B.W. (2015). LMDI decomposition approach: A guide for implementation. *Energy Policy*, 86, 233–238.

Ang, B. W., Huang, H. C., Mu, A. R. (2009). Properties and linkages of some index decomposition analysis methods. *Energy Policy*, 37(11), 4624-4632.

Augustinovic, M. (1970). Methods of International and International Comparison of Structure. Carter A.P., Bródy A. (eds) *Contributions to Input-Output Analysis* Amsterdam, Morth.Holland, 249 – 269.

Bartoletto, S., Rubio, M. (2008). Energy transition and CO2 emissions in Southern Europe: Italy and Spain (1861–2000). *Glob. Environ.* 2, 46–81

Butnar I., Llop M. (2011). Composition of greenhouse gas emissions in Spain: An input-output analysis. *Ecological Economics*, 61, Issues 2–3, 388–395.

Cansino, J.M., Cardenete, M.A., Román, R., Ordóñez, M. (2011). Economic analysis of greenhouse gas emissions in the Spanish economy. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16 (8), 6032–6039.

Cansino J.M., Román, R., Ordóñez M. (2016). Main drivers of changes in CO2 emissions in the Spanish Economy. A Structural Decomposition Analysis. *Energy Policy*, 89, pp 150-159

- Cansino, J.M., Sánchez-Braza, A., Rodríguez-Arévalo, M.L. (2015). Driving forces of Spain's CO₂ emissions: a LMDI decomposition approach. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 48, 749–759.
- Cardenete, M.A., Fuentes Saguar, P., Polo, C. (2012). Energy Intensities and Carbon Dioxide Emissions in a Social Accounting Matrix Model of the Andalusian Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 378 – 386.
- Cardenete M.A., Llanes Díaz-Salazar G.L. (2004). Detección de sectores claves a través de matrices de contabilidad social: una propuesta alternativa. *Fundación Centro de Estudios Andaluces*.
- Cazcarro I.; Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J. (2013). Economic growth and the evolution of water consumption in Spain: A structural decomposition analysis. *Ecological Economics*, 96, 51–61.
- Cellura M., Longo S., Mistretta M. (2012). Application of the Structural Decomposition Analysis to assess the indirect energy consumption and air emission changes related to Italian households consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2), 1135-1145.
- Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, CEDT (2003). *Plan Energético de Andalucía 2003 – 2006 (PLEAN)*.
- Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, CICE (2007). *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007 – 2013 (PASENER)*.
- Demisse, E., Butnar, I., Llop, M. (2014). Economic and environmental effects of CO₂ taxation: an input–output analysis for Spain. *J. Environ. Plan. Manag.* 57 (5), 751–768.
- Dietzenbacher E., Los B., 1998. Structural decomposition techniques: sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, 10 (4), 307-324.
- Eurostat (2002). *Energy Balance Sheet 1999- 2000*. European Commission 188 - 195.
- Eurostat (2008). *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Table*. European Commission
- Eurostat (2011). *Energy Balance Sheet 2008- 2009*. European Commission, 82 - 89.
- FENADISMER (2015). *Federación Nacional de Asociaciones del transporte de España* <http://www.fenadismer.es>
- Fernández González P., Landajo M., Presno M.J. (2013). The Divisia real energy intensity indices: Evolution and attribution of percent changes in 20 European countries from 1995 to 2010. *Energy*, 58, 340 - 349
- Fuinhas J.A., Cardoso Marques A. (2012). Energy consumption and economic growth nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL bounds test approach (1965–2009). *Energy Economics*, 34 511-517.

- García A.J, Roman R. (2014). An economic valuation of renewable electricity promoted by feed-in system in Spain. *Renewable Energy*, 68, 51-57
- García, M. F., Saguar, P. F., Sánchez, Á. C. (2013). Una Matriz de Contabilidad Social de España para el análisis del sector de las energías renovables. *Estadística española*, 55(181), 149-176.
- Gosh A. (1958). Input-Output approach in allocation system. *Economica* XXV, 23-34
- Guerra A., Sancho S. (2010). An Analysis of Primary Energy Requirements and Emission Levels Using the Structural Decomposition Approach. *Air Pollution: Economic Modeling and Control Policies*. Ed. Maria Llop. London: Bentham Ebooks, 2010. Available at: http://works.bepress.com/ana-isabel_guerra/3
- Guevara Z., Rodrigues J. F. D. (2016). Structural transitions and energy use: a decomposition analysis of Portugal 1995–2010, *Economic Systems Research*, 28:2, 202-223.
- Hoekstra, R., Michel, B., & Suh, S. (2016). The emission cost of international sourcing: using structural decomposition analysis to calculate the contribution of international sourcing to CO2-emission growth. *Economic Systems Research*, 28(2), 151-167.
- Hoekstra R., Van Den Bergh, J. C. (2002). Structural decomposition analysis of physical flows in the economy. *Environmental and Resource Economics*, 23(3), 357-378.
- Hoekstra R., Van Den Bergh, J.C.J.M. (2003). Comparing structural and index decomposition analysis. *Energy Economics*, 25, 39-64.
- IDAE (2010). Memoria de actividades 2010, pp. 19
- IDAE (2011a). Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España.
- IDAE (2011b). Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020. Anexo. Madrid. IDAE, 2016. Balance de Energía 1990-2012 www.idae.es (Consultado 1/03/ 2014).
- IDAE (2014). Balance de energía final. <http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/re/menu.363/mod.pags/mem.detalle> (Consultado 1/03/2014).
- IECA (2015). Contabilidad regional anual de Andalucía. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/craa/index.htm> (Consultado 21/10/2015).
- IECA (2016). Marco input-output de Andalucía 2010. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/mioan/mioan2010/index.htm>
- INE (2014a). Cuentas satélite sobre emisiones atmosféricas. Serie 1990 y 1995-2010 www.ine.es (Consultado 25/02/ 2014).

- INE (2014b). Cuentas de emisiones a la atmósfera. Serie 2008-2011 www.ine.es (consultado 25/02/ 2014).
- INE (2015a). Contabilidad Nacional de España. (Consultado 1/03/ 2015)
- INE (2015b). Censo de población y censos demográficos. <http://www.ine.es> (Consultado 1/07/ 2015).
- INE (2016a). Encuesta población activa. <http://www.ine.es/> (Consultado 31/01/2016).
- INE (2016b). Contabilidad Nacional de España. Tablas input-output 2010 <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft35%2Fp008&file=inebase&L=0> (Consultado 1/03/ 2016)
- Jones, L.P. (1976). The Measurement of Hirschman Linkages. *Quarterly of Journal of Economics*, 90, 323-333.
- Labandeira, X., Labeaga, J. M. (2002). Estimation and control of Spanish energy-related CO 2 emissions: an input–output approach. *Energy policy*, 30(7), 597-611.
- Lan, J., Malik, A., Lenzen, M., McBain, D., Kanemoto, K. (2016). A structural decomposition analysis of global energy footprints. *Applied Energy*, 163, 436-451.
- Lenzen, M. (2016). Structural analyses of energy use and carbon emissions—an overview. *Economic Systems Research*, 28(2), 119-132
- Lenzen, M., R. Schaeffer, J. Karstensen and (2013). Drivers of Change in Brazil’s Carbon Dioxide Emissions. *Climatic Change*, 121,815–824.
- Leontief W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The review of economic statistics*, 105-125.
- Leontief W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Rec. Econ. Stat.* 52 (3), 262 – 271.
- Leontief, W. (1986). *Input–Output Economics*. Oxford University Press, New York.
- Leontief W., Ford D. (1972). Air pollution and the economic structure: empirical results of input-output computations. In: Brody, A. Carter A. (Ed). *Input-output Techniques*. North-Holland, Amsterdam, 9 -30.
- Linares, P., Pintos, P., Würzburg, K. (2012). Costes de reducción de la demanda de energía en España estimación del potencial. *Economía industrial*. 384, 37-50.
- Llop, M. (2007). Economic structure and pollution intensity within the environmental input–output framework. *Energy Policy*, 35(6), 3410-3417.
- Llop M., Pié L. (2008). Input-output analysis of alternative policies implemented on the energy activities: An application for Catalonia. *Energy Policy*, 36, 1642 – 1648.

- Manresa, A., Sancho, F. (2004). Energy intensities and CO2 emissions in Catalonia: a SAM analysis. *International Journal of Environment, Workplace and Employment*, 1(1), 91-106
- Mendiluce M. (2012). Los determinantes del consumo energético en España ¿Se ha mejorado la eficiencia energética? *Papeles de economía española*, 134, 196 – 210.
- Miller, R. E., Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University Press.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, MICT (1992). *Plan Energético Nacional 1991-2000*
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, MICT (1999). *Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000 – 2010*. Madrid.
- Ministerio de Economía, ME (2003). *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012*.
- Ministerio de Economía, ME (2004). Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE núm. 75, de 27 de marzo de 2004, pp. 13217 - 13238
- Ministerio de Economía y Competitividad, MEC (2014). *Indicadores e informes macroeconómicos*.
<http://serviciosweb.meh.es/apps/dgpe/BDSICE/Busquedas/Busquedas.aspx>.
(Consultado 5/05/2014)
- Ministerio de Fomento (2013). *Evolución de los indicadores económicos y sociales del transporte terrestre*.
- Ministerio de Industria Comercio y Turismo, MICT (1992). *Plan Energético Nacional (PEN) 1991-2000*.
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR (2015). *Estadísticas y Balances Energéticos*.
http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/BALANCES/PUBLICACIONES/Paginas/Publicaciones_estadisticas.aspx (Consultado 2/04/2015)
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2005a). *Plan de Acción 2005 – 2007 E4*.
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2005b). *Plan de Energías Renovables 2005-2010*.
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2007a). *Plan de Acción 2008 – 2012 E4*.
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2007b). Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE núm. 126, de 26 de mayo de 2007, pp. 22846 a 22886

- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2009). La energía en España, 2008 (Madrid)
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, MAAMA (2010). Inventario de Emisiones de gases de efecto invernadero de España Años 1990-2008.
- Ministerio de Vivienda, MV (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE, 74 pp. 11816-11831.
- Nie H., Kemp R. (2013). Why did energy intensity fluctuate during 2000-2009? A combination of index decomposition analysis and structural decomposition analysis. *Energy for Sustainable Development*, 17, 482-488.
- Owen A., Steen-Olsen K., Barrett J., Wiedmann T., Lenzen M. (2014). A structural decomposition approach to comparing MRIO databases. *Economic Systems Research*, 26 (3), 262-283.
- REE (2000). Informe Sistema Eléctrico 2000.
- REE (2008). Informe Sistema Eléctrico 2008.
- Roca, J., Serrano, M. (2007). Income growth and atmospheric pollution in Spain: an input-output approach. *Ecological Economics*, 63(1), 230-242.
- Rose, A., Casler, S. (1996). Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal. *Econ. Syst. Res.* 8 (1), 33-62
- Rose, A., Chen, C.Y. (1991). Source of change in energy use in the US economy, 1972- 1982: a structural decomposition analysis. *Resour. Energy* 13 (1), 1-21.
- Soza Amigo S.A. (2007). Análisis estructural input-output: antiguos problemas y nuevas soluciones. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Su B., Ang B.W. (2012a). Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: aggregation issues. *Economic Systems Research*, 24 (3), 299-317.
- Su, B., Ang, B. W. (2012b). Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: some methodological developments. *Energy Economics*, 34(1), 177-188.
- Su B., Ang B.W. (2013). Input-output of CO₂ emissions embodied in trade: Competitive versus non-competitive imports. *Energy Policy*, 56, 83 - 87.
- Su B., Ang B.W. (2015). Multiplicative decomposition of aggregate carbon intensity change using input-output analysis. *Applied Energy*, 154, 13-20
- Tarancón, M.A., del Rio, P. (2007a). A combined input-output and sensitivity analysis approach to analyse sector linkages and CO₂ emissions. *Energy Econ.* 29 (3), 578-597.

- Tarancón, M., del Rio, P. (2007b). CO2 emissions and intersectoral linkages. The case of Spain. *Energy Policy* 35 (2), 1100–1116
- Timma, L., Zoss, T., Blumberga, D. (2016). Life after the financial crisis. Energy intensity and energy use decomposition on sectorial level in Latvia. *Applied Energy*, 162, 1586-1592.
- Wachsmann U., Wood R., Lenzen M., Shaeffer R. (2009). Structural decomposition of energy use in Brazil from 1970 to 1996. *Applied Energy*, 86, 578-587.
- Weber Ch. L. (2009). Measuring structural change and energy use: decomposition of the US economy from 1997 to 2002. *Energy policy*, 37, 1561 – 1570.
- Xie Sh. (2014). The driving forces of China's energy use from 1992 to 2010: An empirical study of input-output structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 73, 401-415.
- Zafrilla, J.E., López, L.A., Cadarso, M.A., Dejuán, Ó. (2012). Fulfilling the Kyoto protocol in Spain: a matter of economic crisis or environmental policies? *Energy Policy* 51, 708–719
- Zeng L., Xu M., Liang S., Zeng S., Zhang T. (2014). Revisiting drivers of energy intensity in China during 1997-2007: A structural decomposition analysis. *Energy Policy*, 67, 640-647.
- Zhong, S. (2016). Structural decompositions of energy consumption, energy intensity, emissions and emission intensity-A sectoral perspective: empirical evidence from WIOD over 1995 to 2009 (No. 015). United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT)

Capítulo 4. Influencia de la productividad del factor trabajo y el nivel de vida en el cambio del consumo de energía final en España y Andalucía en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I

4.1. Introducción

La XXI Conferencia sobre Cambio Climático de París (United Nations, 2015) acordó mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a estos mismos niveles, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático. Para conseguir este objetivo, el establecimiento de medidas para la minimización del consumo de energía se convierte en la base angular así como la utilización de fuentes energéticas no emisoras de gases de efecto invernadero (Fragkos et al., 2017).

Las emisiones de gases de efecto invernadero en los países industrializados están relacionadas mayoritariamente con el consumo de energía, agravadas en algunos países por el alto porcentaje de consumo de energía procedente de los combustibles fósiles. Por este motivo, la mejora de la eficiencia energética para reducir la demanda energética, se ha convertido en uno de los principales objetivos de las políticas de energía (Pérez Lombard et al., 2013).

Dentro del ámbito de la Unión Europea (UE), los Estados Miembros tienen entre sus prioridades la reducción del consumo de energía. A corto plazo, la “Estrategia para un crecimiento inteligente, Sostenible e Integrador, Europa 2020” (European Commission, 2010) establece, entre sus objetivos, una reducción del 20 % de la tendencia del consumo de energía primaria previsto para 2020. En el horizonte de

2030, el objetivo mínimo establecido ha sido la reducción del consumo de energía y de las emisiones de CO₂ en un 27 % y 40 % respectivamente (European Commission, 2014). El objetivo de la Unión Europea para 2050 es mucho más ambicioso, ya que pretende descarbonizar la economía europea en un 80%-95% respecto a los niveles de emisiones de 1990 (European Commission, 2011).

En el periodo 2000-2013, el caso de España resulta significativo debido al comportamiento del consumo de energía. Si consideraremos el consumo de energía final sin incluir los usos no energéticos, en cómputo global, el consumo de energía final se incrementó en un 0,9 % (IDAE, 2016), mientras que el PIB y la tasa de paro se incrementaron en un 18,2 % (INE, 2016a) y un 12,3 % (INE, 2016c) respectivamente. Similar situación se produjo en Andalucía, con un crecimiento del consumo de energía final de 1,4 %, del PIB un 17,6 % (IECA, 2015) y la tasa de paro 13,5 puntos porcentuales (INE, 2016c).

Sin embargo, hay dos subperiodos claramente diferenciados, desde el punto de vista del consumo de energía y la economía española (Hospidio y Moreno-Galvis, 2015). En el primer periodo, 2000-2007, el PIB creció un 26,9 % (INE, 2016a), la población un 13 % (INE, 2016b) y la tasa de desempleo lo hizo en 5,6 puntos porcentuales (INE, 2016c). Adicionalmente, la energía final creció un 20,9 %. Especialmente relevante es el crecimiento del consumo de energía en los hogares (residencial y transporte privado), alrededor de un 30 % (IDAE, 2016).

En contraste, durante el segundo subperiodo, 2008-2013, el PIB se redujo un 7,6 %, con un incremento de la población más moderado (4,3 %) y la tasa de paro se elevó hasta 26,3 % (18,7 puntos porcentuales superior a 2008). En paralelo el consumo de energía final se redujo un 18,5 %.

La productividad laboral también es un parámetro que ha experimentado una importante variación en el periodo analizado. Si bien se observa un incremento del 13,9 % (INE, 2016a) en la totalidad del periodo en España, también tiene un

comportamiento diferenciado en cada uno de los subperiodos mencionados. En el primero de ellos (2000-2007), la tasa anual de crecimiento de la productividad laboral en España oscila entre 0 % y 1 %, mientras que en el segundo subperiodo (2008-2013) lo hace entre el 1 % y el 3,5 % (Hospidio y Moreno-Galvis, 2015).

Este desigual comportamiento de los indicadores económicos en ambos periodos también se observa para Andalucía. Especial relevancia tiene el parámetro de productividad laboral en Andalucía, ya que no sigue las pautas de la española. En la totalidad del periodo 2000-2013 la productividad laboral se reduce en Andalucía un 6,4 %. Sin embargo, se observa un comportamiento desigual en los dos subperiodos. Mientras que en el subperiodo de expansión económica se incrementó la productividad en un 1,8 %, en el segundo subperiodo se redujo un 8,1 % (IECA, 2015).

Este periodo vino acompañado por numerosas medidas de política energética. En el caso de España se desarrolló la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (E4) (ME, 2003) y el Plan de Fomento de Energías Renovables 2000-2010 (MCT, 1999), sustituido posteriormente por el Plan de Energía Renovables 2005-2010 (MITC, 2005). Igualmente, como vimos en el capítulo 1, la Comunidad Autónoma de Andalucía contó con diferentes planes energéticos, en concreto, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN) (CEDT, 2003) y el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) (CICE, 2007).

Adicionalmente, el último Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 implementado por el Ministerio español de Industria, Turismo y Comercio (MITC, 2011) estableció el objetivo de una reducción del 20 % de la energía primaria, lo que representa un ahorro de 3,5 Mtep con respecto a 2007, que responde al compromiso de España con la Unión Europea de reducción del 20 % del consumo de energía en 2020 (European Commission, 2010). De acuerdo con la metodología propuesta por la Comisión Europea (European Commission, 2009), este objetivo supone una disminución del 1,5 % de la intensidad energética. En cuanto al consumo

de energía final, el plan prevé un ahorro de 1,7 Mtep, lo que se traduce en una bajada del 2 % de la intensidad energética final. Por otra parte, la Estrategia Energética de Andalucía 2020 (CEEC, 2015), pretende reducir el consumo de energía un 25 % el consumo tendencial de energía primaria, en este mismo horizonte.

El análisis de los factores que inciden en el cambio del consumo de energía en un periodo puede contribuir a identificar las medidas óptimas para lograr los objetivos marcados. Como hemos visto en el capítulo 2, existen diferentes métodos de descomposición que permiten determinar y calibrar los distintos factores socioeconómicos, energéticos o ambientales que explican los cambios en algún parámetro, en nuestro caso el consumo de energía, en un periodo de tiempo y/o entre diferentes regiones o economías (Ang et al., 2016). El aspecto determinante es lograr una descomposición en diferentes factores que explique el comportamiento del parámetro analizado. En este capítulo se utilizará el método Índice Divisia Media Logarítmica (LMDI), basado en los trabajos de Ang (1995, 2004 y 2005), Ang y Liu (2001), Ang et al. (2010) y Ang (2015). Este método se ha elegido en consideración al grado de agregación de los datos disponibles (energéticos, económicos y socioeconómicos), la amplitud con la que es posible realizar el análisis y por la no existencia de residuo en los resultados obtenidos.

En cuanto a los factores de descomposición, tradicionalmente los considerados para los estudios del consumo de energía son la intensidad energética, la estructura económica y la actividad económica total. El factor de intensidad energética, definido como la relación entre el consumo de energía y el PIB (IEA, 2016) es el factor que tradicionalmente se utiliza como medida de la intensidad energética desde un enfoque macroeconómico (Proskuryakova y Kovalev, 2015). Sin embargo, Patterson (1996) considera que este indicador puede estar afectado por aspectos de mercado, laboral u otros relacionados con la actividad económica y productiva como consecuencia de utilizar el PIB como medida de dicha actividad. Alternativamente, Patterson (1996) propone utilizar una variable física como medida de la actividad en

lugar del PIB, definiendo así un indicador de intensidad energética físico-termodinámico. Este tipo de parámetro de intensidad ha sido utilizado en los trabajos de análisis del consumo de energía mediante método LMDI debidos a Ang et al. (2010), Xu (2013), Xu y Ang (2014) y Ang (2015).

El consumo de energía en España ha sido tratado por la literatura científica por diferentes autores, haciendo uso del método LMDI. Diversos trabajos han comparado la intensidad energética española o de sus regiones con la de los países de la Unión Europea (Mendiluce, 2007; Marrero y Ramos-Real, 2008; Mendiluce et al., 2010; Mendiluce, 2012; Mendiluce, 2013; González et al., 2013; Marrero y Ramos Real, 2013; González et al. 2014; González, 2015; y Colinet y Román, 2015). También se ha analizado específicamente el consumo y generación de electricidad (González y Suárez, 2003; González y Moreno, 2015), la intensidad energética de la industria española (Arocena et al., 2016), así como el transporte de mercancías pesadas (Andrés y Padilla, 2015). De entre todos estos trabajos, únicamente el último utiliza las toneladas-kilómetro como variable física de la actividad, el resto opta por definir la intensidad desde el punto de vista macroeconómico.

El objetivo de este trabajo es analizar los factores que determinan e influyen en la variación del consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000 – 2013, incluyendo a su vez el análisis de los dos subperiodos identificados. De esta forma se identificarán los efectos de dichos cambios tanto en el periodo de expansión como en el periodo de recesión. En base a los resultados obtenidos se analizarán las políticas en materia energética llevadas a cabo en el periodo para reducir el consumo de energía en cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea.

El presente trabajo completa la literatura científica sobre análisis de descomposición de las variaciones del consumo de la energía en España y Andalucía, aportando como novedades las siguientes. Primero, el efecto intensidad energética se ha medido tanto desde un punto de vista macroeconómico como físico. La utilización de este último indicador de eficiencia permite evitar la posible alteración de aspectos

macroeconómicos relacionados con la definición del PIB. Este indicador de eficiencia física resulta novedoso respecto a la descomposición realizada en el capítulo anterior, ampliando así las posibilidades de análisis comparativo. Segundo, el análisis de la eficiencia energética desde un punto de vista físico nos ha permitido incluir en el análisis la influencia de dos nuevos efectos: la productividad laboral de los sectores productivos (Industria, primario, construcción, transporte no privado y servicios) y el nivel de vida de los hogares. Para ello se ha desagregado el consumo de energía en tres componentes: consumo procedente de los sectores productivos, consumo de los hogares y consumo por transporte privado. Tercero, el análisis de las variaciones del consumo de energía final se complementa analizando los efectos de la descomposición sobre las distintas fuentes energéticas.

El trabajo se estructura en siete secciones, a esta introducción le sigue la sección segunda donde se expone la metodología desarrollada. La tercera sección explica las bases de datos utilizadas. En la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos, dividiéndose en cuatro subsecciones. En la primera subsección se presentan los resultados del análisis LMDI-I definiendo la intensidad energética desde una perspectiva macroeconómica. En la segunda subsección se muestran los resultados a partir de la definición de la intensidad desde un punto de vista físico. En la tercera subsección se integran los resultados del análisis multinivel correspondiente a los sectores económicos y los hogares. Y, en la cuarta subsección se incluyen los resultados correspondientes al análisis por fuentes energéticas. A continuación en la quinta sección se realiza la discusión de los resultados obtenidos. En la sexta sección se establecen las conclusiones y recomendaciones a raíz de los resultados obtenidos.

4.2. Metodología

La metodología seguida en este capítulo es el análisis LMDI-I, cuyos fundamentos han sido expuestos en capítulo 2. El método de descomposición se realiza como recomienda la literatura especializada (Ang et al., 2010 y Ang, 2015).

4.2.1. Descomposición aditiva del consumo de energía sectorial y de los hogares en tres efectos

El consumo total de energía final (E) viene dado por la suma del consumo de energía procedente de los i sectores productivos (E_i) y los hogares (residencial E_{res} y transporte privado (E_{tp}), según la expresión (4.1).

$$E = \sum_{i=1}^n E_i + E_{tp} + E_{res} \quad (4.1)$$

En primer lugar como vimos en el capítulo 2, el consumo de energía de cada uno de los i sectores productivos (E_i) tradicionalmente se ha descompuesto en tres factores: Intensidad energética sectorial (I_i), Estructura (S_i) y Actividad (Q) según la ecuación (2.8). A su vez, el consumo de energía correspondiente al transporte privado y residencial, se descompone en dos factores: Intensidad energética (I_{tp} , I_{res}) y Actividad (Q) respectivamente. Así a partir de la ecuación (4.1) obtenemos la (4.2):

$$E = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{Q} \cdot Q + \frac{E_{tp}}{Q} \cdot Q + \frac{E_{res}}{Q} \cdot Q = \sum_{i=1}^n (I_i^m \cdot S_i \cdot Q) + I_{tp}^m \cdot Q + I_{res}^m \cdot Q \quad (4.2)$$

La Intensidad energética sectorial macroeconómica (I_i^m) está definida como la relación entre el consumo de energía sectorial (E_i) y el valor añadido bruto producido por sectores (Q_i). El factor estructura (S_i) permite analizar la influencia de la variación de la participación del VAB de cada sector productivo (Q_i) en el VAB nacional (Q). Y por último, el factor actividad sectorial medido por el VAB nacional (Q). Por otra parte, la intensidad energética del transporte privado macroeconómica (I_{tp}^m) está definida como la relación entre el consumo de energía en el transporte privado (E_{tp}) y el VAB nacional (Q). Finalmente la intensidad energética residencial macroeconómica (I_{res}^m) relaciona el consumo de energía residencial (E_{res}) y el VAB nacional (Q).

Aplicando el método de descomposición aditiva, a partir de la ecuación (4.1), la variación del consumo de energía en un periodo de tiempo (0 ,T) viene definido por la expresión (4.3), que a su vez podemos descomponer en sus distintos efectos en la ecuación (4.4) y más resumidamente en la ecuación (4.5):

$$\Delta E = E^T - E^0 = \sum_{i=1}^n \Delta E_i + \Delta E_{tp} + \Delta E_{res} \quad (4.3)$$

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n \Delta I_i^m + \sum_{i=1}^n \Delta S_i + \Delta Q_s + \Delta I_{tp}^m + \Delta Q_{tp} + \Delta I_{res}^m + \Delta Q_{res} \quad (4.4)$$

$$\Delta E = \left(\sum_{i=1}^n \Delta I_i^m + \Delta I_{tp}^m + \Delta I_{res}^m \right) + \sum_{i=1}^n \Delta S_i + (\Delta Q_s + \Delta Q_{tp} + \Delta Q_{res}) = \Delta I^m + \Delta S + \Delta Q \quad (4.5)$$

De esta forma, la variación del consumo de energía final se descompone en tres efectos: intensidad energética macroeconómica (ΔI^m), estructura (ΔS) y actividad (ΔQ). Siendo ΔI^m el sumatorio de las intensidades energéticas macroeconómicas procedentes de la actividad productiva (ΔI_i^m), el transporte privado (ΔI_{tp}^m) y el residencial (ΔI_{res}^m); y ΔQ el sumatorio de los efectos actividad sectorial (ΔQ_s), del transporte privado (ΔQ_{tp}) y del residencial (ΔQ_{res}). El cálculo de estos efectos siguiendo el método de descomposición LMDI-I se muestra en el Anexo E.

4.2.2. Descomposición aditiva ampliada del consumo de energía sectorial y de los hogares

Tal y como proponen Ang et al. (2010) y Belzer (2014), hay una forma alternativa de expresar la intensidad energética, es decir, como el consumo de energía final por unidad física relacionada con la actividad. Con el objetivo de incorporar esta definición de intensidad energética a nuestro análisis, partiendo de la ecuación (2.8),

se ha descompuesto el factor intensidad macroeconómico en dos factores. El primero es la intensidad sectorial (I_{Li}), que muestra el consumo de energía final sectorial (E_i) entre una unidad física relacionada con la actividad, que en nuestro caso se ha elegido el número total de horas trabajadas (L_i). Y el segundo factor es la inversa de la productividad (P_i) medida por el número de horas trabajadas (L_i) por unidad monetaria del VAB producido por el sector i (Q_i). De esta forma, el consumo de energía final de la economía para cada uno de los i sectores productivos (E_i) queda descompuesto en cuatro factores según se expresa en la ecuación (4.6):

$$E_i = \frac{E_i}{L_i} \cdot \frac{L_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{Q} \cdot Q = I_{Li} \cdot P_i \cdot S_i \cdot Q \quad (4.6)$$

Siendo I_{Li} el factor intensidad sectorial, P_i el factor inversa de la productividad del trabajo, S_i el factor estructura y Q el factor actividad. Finalmente, el dato global del consumo de energía sectorial será el sumatorio del consumo de energía para cada uno de los i sectores productivos ($E_s = \sum_i E_i$).

En segundo lugar, a partir de la descomposición del consumo de energía final en el transporte privado de la ecuación (4.2), es posible presentar la intensidad energética macroeconómica del transporte privado (I_{tp}^m) descompuesta en dos factores adicionales: la intensidad energética del transporte privado en unidades físicas (relación entre E_{tp} y número de vehículos para uso privado v) y el número de vehículos por VAB nacional (A_v). De esta forma, en la ecuación (4.7) se muestra el consumo de energía final del transporte privado descompuesto en tres factores: intensidad transporte privado (I_{tp}), nivel de vida en transporte privado (A_v) y actividad (Q).

$$E_{tp} = \frac{E_{tp}}{Q} \cdot Q = \frac{E_{tp}}{v} \cdot \frac{v}{Q} \cdot Q = I_{tp} \cdot A_v \cdot Q \quad (4.7)$$

En tercer lugar, partiendo de la descomposición del consumo de energía residencial (E_{res}) en dos factores tal y como se muestra en la ecuación (4.2), es posible descomponer la intensidad energética macroeconómica (I_{res}^m) en dos factores adicionales: la intensidad energética residencial por unidad física relacionada (I_{res}) que mide el consumo de energía residencial (E_{res}) por población (p) y el nivel de vida residencial definido por la inversa de la renta per cápita (A_p). De esta forma, el consumo de energía residencial queda descompuesto en tres factores: intensidad residencial (I_{res}), nivel de vida residencial (A_p) y actividad (Q), como muestra la ecuación (4.8).

$$E_{res} = \frac{E_{res}}{Q} \cdot Q = \frac{E_{res}}{p} \cdot \frac{p}{Q} \cdot Q = I_{res} \cdot A_p \cdot Q \quad (4.8)$$

Aplicando el método de descomposición aditiva, a partir de la ecuación (4.1) y considerando las definiciones de las ecuaciones (4.6), (4.7) y (4.8); la variación del consumo de energía en un periodo de tiempo (0 ,T) viene definido por la expresión (4.3), que a su vez podemos descomponer en sus distintos efectos en la ecuación (4.9):

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n \Delta I_{Li} + \sum_{i=1}^n \Delta P_i + \sum_{i=1}^n \Delta S_i + \sum_{i=1}^n \Delta Q_i + \Delta I_{res} + \Delta A_p + \Delta Q_{res} + \Delta I_{tp} + \Delta A_v + \Delta Q_{tp} \quad (4.9)$$

En el anexo F se muestra el cálculo de cada uno de los efectos.

Siendo ΔI_{Li} es el efecto intensidad energética física de cada uno de los sectores i (muestra las variaciones del consumo de energía que son debidas a un cambio en el uso de energía por hora trabajada), ΔI_{res} es el efecto intensidad energética física

residencial (muestra el cambio en el consumo de energía debido a una variación del consumo de energía por habitante), ΔI_{tp} es el efecto intensidad energética física del transporte privado (muestra las variaciones del consumo de energía debidas a un cambio en el consumo de energía por vehículo privado), ΔP_i es el efecto inversa de la productividad del trabajo (muestra las variaciones del consumo de energía debidas a un cambio en la inversa de la productividad del trabajo, que denominaremos *efecto productividad*), ΔS_i es el efecto estructura (muestra las variaciones del consumo de energía debidas a un cambio en la participación de un sector en la producción final), ΔA_p es el efecto nivel de vida residencial (muestra las variaciones en el consumo de energía que son debidas a un cambio en la renta per cápita), ΔA_v es el efecto nivel de vida en transporte privado (muestra las variaciones en el consumo de energía que son debidas a un cambio en el número de vehículos por unidad producida), ΔQ_i es el efecto actividad de cada sector i (muestra las variaciones en el consumo de energía que son debidas a un cambio en la producción inducido por el sector i), ΔQ_{res} es el efecto actividad debido sector residencial (muestra las variaciones del consumo de energía debidas a un cambio en la producción inducido por los residentes), ΔQ_{tp} es el efecto actividad debido al transporte privado (muestra las variaciones del consumo de energía debidas a un cambio de la producción inducido por el sector transporte privado).

A partir de la ecuación (4.9) podemos definir los siguientes efectos intensidad (4.10), actividad (4.11) y nivel de vida (4.12):

$$\Delta I = \sum_{i=1}^n \Delta I_{Li} + \Delta I_{res} + \Delta I_{tp} \quad (4.10)$$

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^n \Delta Q_i + \Delta Q_{res} + \Delta Q_{tp} \quad (4.11)$$

$$\Delta A = \Delta A_p + \Delta A_v \quad (4.12)$$

De esta forma, la ecuación (4.9) quedaría de la siguiente forma:

$$\Delta E = \Delta I + \sum_{i=1}^n \Delta P_i + \sum_{i=1}^n \Delta S_i + \Delta A + \Delta Q \quad (4.13)$$

Esta misma metodología utilizada para el análisis del consumo total de energía, se ha realizado para cada una de las fuentes energéticas (carbón, gas natural, productos petrolíferos, energía nuclear y renovable) que forman parte del sistema energético español y andaluz. A partir de la ecuación (4.13), es posible obtener el cálculo de la descomposición aditiva de la variación del consumo de energía para cada una de las k fuentes energéticas según la siguiente ecuación:

$$\Delta E_k = \Delta I_k + \sum_{i=1}^n \Delta P_{ik} + \sum_{i=1}^n \Delta S_{ik} + \Delta A_k + \Delta Q_k \quad (4.14)$$

Siendo ΔE_k la variación del consumo de energía de una de las k fuentes de energía y ΔI_k , ΔP_k , ΔS_k , ΔA_k , y ΔQ_k los efectos intensidad, productividad, estructura, nivel de vida y actividad respectivamente, para cada una de las k fuentes energéticas consideradas.

En la ecuación (4.15) se obtiene la descomposición del consumo total de energía como sumatorio de la descomposición del consumo de cada fuente de energía.

$$\Delta E = \sum_{k=1}^m \Delta E_k = \sum_{k=1}^m \Delta I_k + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \Delta P_{ik} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \Delta S_{ik} + \sum_{k=1}^m \Delta A_k + \sum_{k=1}^m \Delta Q_k \quad (4.15)$$

4.3. Datos

Los datos utilizados para el análisis proceden de las estadísticas oficiales, las tablas G.1. y G.2 del Anexo G se corresponden con los datos utilizados en el análisis.

En este capítulo consideraremos el consumo de energía final sin incorporar los usos no energéticos. Se incluye el consumo de energía de todos los sectores económicos y los hogares, así como el autoconsumo proveniente del sector transformador de energía.

Los datos económicos (VAB) de España, horas trabajadas, población y vehículos proceden del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2016a; 2016b y MF, 2013) y los datos de consumo de energía final del Instituto de Ahorro y Diversificación de la Energía (IDAE, 2016), Eurostat (2016) y de Red Eléctrica Española (REE, 2000 y 2013). Para el análisis se ha utilizado datos del VAB nacional y sectorial a precios constantes (año base 2010) calculados a partir de VAB a precios corrientes y los índices de volumen encadenados publicados en la Contabilidad Nacional de España (INE, 2016a).

En el caso de Andalucía los datos económicos (VAB regional) y horas trabajadas, proceden del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA, 2015), los datos de población (INE, 2016b) y los del número de vehículos (MF, 2013). Los datos de consumo de energía final provienen de la Agencia Andaluza de la Energía (AAE, 2004 y 2015). Para el análisis se ha utilizado datos del VAB regional y sectorial a precios constantes (año base 2010) calculados a partir de VAB a precios corrientes y los índices de volumen encadenados publicados en la Contabilidad Regional Anual de Andalucía (IECA, 2015).

La unidad física elegida relacionada con la actividad puede ser diversa: en caso de los productos manufacturados (unidad, toneladas; metros cuadrados, cúbicos o lineales; etc.), transporte de mercancías (toneladas-kilómetros), transporte de pasajeros (pasajeros-kilómetros), transporte privado (kilómetros, vehículos, etc.), residencial

(población, viviendas, superficie), agricultura (toneladas), servicios (camas hoteles, superficie comercial o de oficinas, etc.). El Índice de Producción Industrial también es una unidad elegida para la definición de algunos indicadores energético, caso por ejemplo del Índice ODEX (Odyssee-Mure, 2016). En las estadísticas oficiales españolas no se ha encontrado un dato homogéneo y fiable que represente la cantidad de producto fabricado o servicio ofrecido, para el caso de la industria y los servicios (INE, 2016a). Por este motivo, en nuestro trabajo se ha elegido como unidad física de la actividad económica, el número total de horas trabajadas, que sí está disponible en las cuentas económicas para cada uno de los sectores productivos (INE, 2016b) y puede utilizarse como una variable proxy del grado de actividad de cada uno de los sectores económicos.

4.4. Resultados

Los resultados de la descomposición LMDI-I de las variaciones del consumo de energía en España y Andalucía entre 2000 y 2013 se presentan en cuatro secciones. En primer lugar, se presentan los resultados de la descomposición basada en la ecuación (4.4). En segundo lugar, se muestran los resultados de la descomposición de las variaciones del consumo de energía que incorpora el indicador de intensidad energética en función del número de horas trabajadas siguiendo la ecuación (4.9). En tercer lugar, se incluyen los resultados de la descomposición de las variaciones del consumo de energía según las fuentes energéticas utilizadas (ecuaciones 4.12 y 4.13). Y en cuarto lugar, se presentan los resultados de la descomposición procedente de la ecuación (4.11) pero desagregados por sectores económicos.

En el anexo G (tablas G.3 y G.4) se muestra los resultados del cálculo de cada uno de los efectos correspondientes a la descomposición del total de consumo de energía de la ecuación (4.9) según el método LMDI-I.

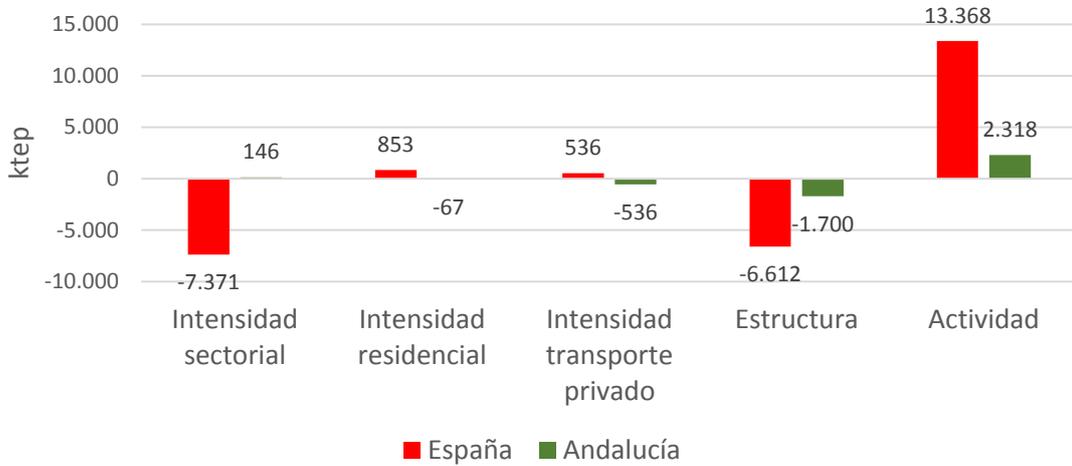
4.4.1. Análisis LMDI-I del consumo de energía final en España y Andalucía en tres efectos: intensidad, estructura y actividad

El incremento del consumo de energía final en España en el periodo 2000-2013 fue de 774 ktep y en Andalucía 161 ktep, que representan un incremento del 0,9 % y 1,5 % respectivamente.

La aplicación del método LMDI-I, definido según la ecuación (4.2), nos permite determinar los efectos intensidad energética macroeconómica (definido como la relación entre el consumo de energía y el VAB) (denominado *efecto intensidad* en este apartado), estructura y actividad que explican el aumento en el consumo de energía en España y Andalucía en el periodo 2000-2013. En la figura 4.1 se observa que los efectos intensidad y estructura contribuyen a la reducción del consumo de energía mientras que el de actividad lo incrementa en ambas economías. Igualmente se observa que el efecto actividad es el que contribuye en mayor medida al aumento del consumo de energía final, sólo parcialmente compensado por el efecto intensidad y el efecto estructura. Lo que muestra la importante influencia del crecimiento y la actividad económica en la evolución del consumo final, a pesar de las mejoras en la intensidad de energía y los cambios en la estructura productiva.

No obstante, existen algunas diferencias entre ambas economías. En concreto, se observa que el efecto intensidad tuvo una menor importancia relativa en la reducción del consumo de energía en Andalucía que en España, mientras que el efecto actividad favoreció un mayor crecimiento del consumo de energía en España que en Andalucía. Finalmente, el efecto estructura contribuyó más a la reducción del consumo en Andalucía que en España.

Figura 4.1 Efectos intensidad, estructura y actividad de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013



Fuente: Elaboración propia

El análisis interanual LMDI-I (ver Anexo G, tablas G.3 y G.4) nos permite detectar dos periodos en cuanto al comportamiento de los distintos efectos, coincidentes con la evolución económica española (tabla 4.1). El primer periodo abarcaría los años 2000-2007, coincidiendo con el periodo de gran expansión de la economía española, en el que los efectos intensidad y actividad, incrementaron el consumo de energía tanto en España como en Andalucía, sólo parcialmente compensados por el efecto estructura. En este subperiodo existe un crecimiento del consumo de energía final en España del 20,9 % y en Andalucía del 24,5 %. Se observa por tanto, un acoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía, medido por el efecto actividad, además de un empeoramiento de la eficiencia energética global. No obstante, en relación a los sectores productivos, en España, el efecto intensidad sectorial presenta un valor de -1.935 ktep para este periodo. Por otra parte, la estructura productiva parece incrementar los sectores de menor intensidad energética, contribuyendo así a reducir el consumo de energía.

En el segundo periodo, relativo a los años 2008-2013, con una reducción del consumo del 24,5 % en España y del 18,5 % en Andalucía, se observa la evolución

contraria. Los efectos intensidad y actividad contribuyeron a reducir el consumo de energía aunque en esta ocasión el efecto intensidad es el que lo hace en mayor medida. En cuanto al efecto estructura, de nuevo posibilita una reducción del consumo de energía, debida a la evolución de la economía hacia el sector servicios, menos intensivo éste desde el punto de vista de consumo de energía que por ejemplo la industria.

Tabla 4. 1 Efectos intensidad, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía en los subperiodos 2000-2007 y 2008-2013.

	2000-2007		2007-2013	
	España	Andalucía	España	Andalucía
Intensidad sectorial	-1.935	833	-5.922	-733
Intensidad residencial	306	-234	630	184
Intensidad transporte privado	3.345	-6	-3.000	-606
Actividad	22.164	3.103	-7.480	-533
Estructura	-6.403	-1.060	-931	-788
Total	17.477	2.637	-16.703	-2.476

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la descomposición LMDI-I obtenidos para los distintos sectores a partir de la ecuación (4.2) se presentan en la tabla 4.2 para España y Andalucía.

En el caso de España, se observa una disminución del consumo de energía atendiendo al efecto intensidad en el sector industrial y en el transporte no privado, parcialmente compensado por un aumento en el resto de sectores. Los resultados del efecto intensidad muestran que se ha producido un menor crecimiento del consumo de energía que del VAB en la industria y en el transporte no privado. En concreto mientras que el VAB industrial se reduce en un 2,3 %, el consumo de energía lo hace un 20,9 %.

En el caso de Andalucía, el comportamiento del efecto intensidad muestra una reducción del consumo en los sectores servicios, transporte privado y no privado

para el periodo analizado 2000-2013. El efecto intensidad del sector servicios en Andalucía reduce el consumo de energía a diferencia de lo ocurrido en España. El motivo se debe a que el VAB sectorial en Andalucía creció en mayor medida que el consumo de energía. También en el sector residencial el efecto intensidad es negativo, debido a razones similares al sector servicios, pero en este caso es referido a VAB nacional y regional.

En cuanto al efecto estructura, el comportamiento de los distintos sectores en ambas economías es similar, salvo en el caso de la Industria donde ya indicamos que la reducción del VAB sectorial en Andalucía es superior al de España, de ahí que el valor del efecto estructura del sector industria en Andalucía equivalga al 29,4 % del nacional, mientras para el resto de sectores está comprendido entre el 16,5 % del sector transporte no privado y 8,2 % de la construcción.

Finalmente respecto al efecto actividad, Andalucía guarda un comportamiento similar al de España, salvo en el caso del sector primario, donde se observa una superior contribución de este efecto, debido al mayor crecimiento del VAB sectorial en Andalucía (16,8 %) frente al de España (4,0 %) y al mayor peso del sector en la economía andaluza (6,0 %) versus en la española (3,0 %).

Tabla 4. 2 Efectos intensidad, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)

		ESPAÑA	ANDALUCÍA
INDUSTRIA	INTENSIDAD	-5.471	432
	ESTRUCTURA	-4.757	-1.397
	ACTIVIDAD	4.156	609
	TOTAL	-6.071	-356
CONSTRUCCIÓN	INTENSIDAD	1.281	19
	ESTRUCTURA	-391	-32
	ACTIVIDAD	101	10
	TOTAL	990	-3
SERVICIOS	INTENSIDAD	975	-104
	ESTRUCTURA	1.355	190
	ACTIVIDAD	1.351	208
	TOTAL	3.680	294
PRIMARIO	INTENSIDAD	111	33
	ESTRUCTURA	-325	-49
	ACTIVIDAD	431	180
	TOTAL	217	164
TRANSPORTE NO PRIVADO	INTENSIDAD	-4.268	-234
	ESTRUCTURA	-2.493	-412
	ACTIVIDAD	3.083	495
	TOTAL	-3.678	-150
TRANSPORTE PRIVADO	INTENSIDAD	536	-536
	ESTRUCTURA	0	0
	ACTIVIDAD	2.089	436
	TOTAL	2.625	-100
RESIDENCIAL	INTENSIDAD	853	-67
	ESTRUCTURA	0	0
	ACTIVIDAD	2.157	380
	TOTAL	3.011	313
TOTAL	INTENSIDAD	-5.982	-456
	ESTRUCTURA	-6.612	-1.700
	ACTIVIDAD	13.368	2.318
	TOTAL	774	161

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Análisis LMDI-I ampliado del consumo de energía final en España y Andalucía

El análisis de las variaciones del consumo de energía final mediante el método LMDI-I, definido en la ecuación (4.9), en el periodo 2000-2013 nos permite identificar los siguientes efectos: el efecto intensidad energético físico (sectorial, residencial y transporte privado) (en este subapartado, así como en los dos próximos, lo denominaremos *efecto intensidad*), productividad, nivel de vida (residencial y transporte privado), estructura y actividad.

La figura 4.2 muestra los resultados alcanzados para dichos efectos tanto para España como para Andalucía en el periodo 2000-2013. En ambas economías, el consumo de energía se incrementa en dicho periodo, debido fundamentalmente a los efectos actividad, intensidad residencial, y nivel de vida del transporte privado, sólo parcialmente compensados por el resto de efectos. En concreto, el efecto productividad es el único que tiene un comportamiento diferente en ambas economías, ya que en España contribuye significativamente a reducir el consumo de energía final mientras que en Andalucía su efecto es poco relevante incrementando únicamente el consumo en 57 ktep.

En España y Andalucía, los efectos intensidad sectorial y residencial provocan un crecimiento del consumo de energía. El efecto intensidad sectorial es especialmente significativo en España y muestra que los requerimientos de energía por hora trabajada crecieron. De igual forma, el efecto intensidad residencial muestra que el uso de energía por habitante creció en el periodo 2000-2013 tanto en España como en Andalucía un 7,5 % y un 4,2 % respectivamente.

Los efectos intensidad sectorial y residencial están parcialmente compensados por la disminución del consumo debida al efecto intensidad del transporte privado. Según este efecto el consumo de energía tanto en España como en Andalucía disminuye debido a un menor consumo de energía por vehículo.

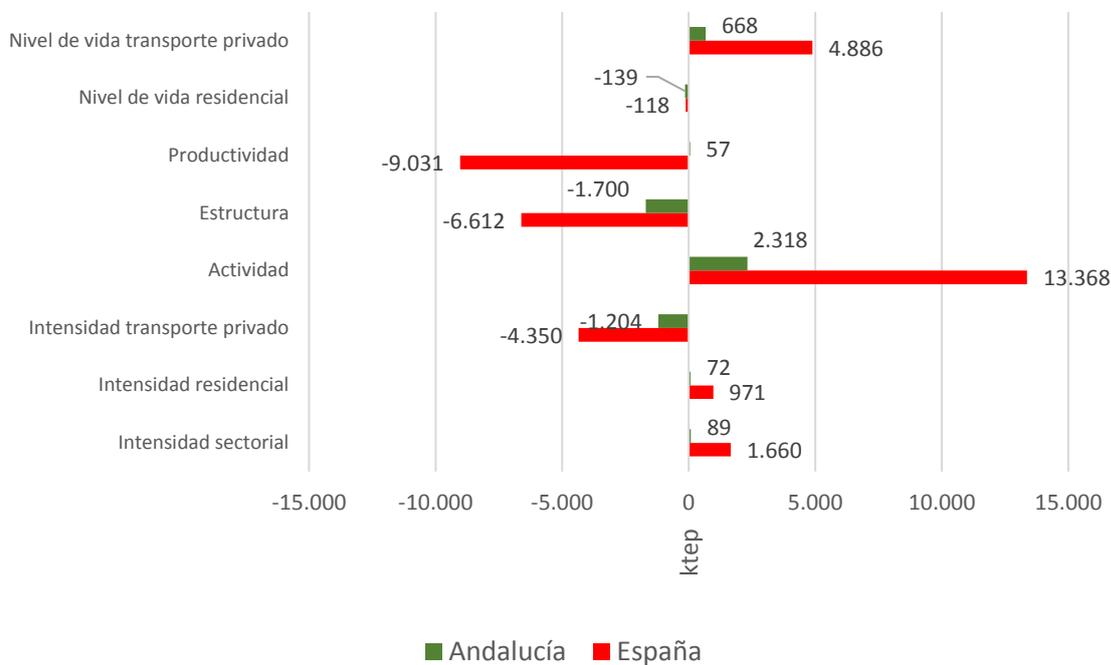
El efecto actividad, al igual que ocurría en la descomposición mediante índices de la sección anterior, provoca un crecimiento del consumo de energía, especialmente significativo en el caso de España, debido a la mayor actividad productiva. Este resultado muestra el acoplamiento existente entre crecimiento económico y consumo de energía.

Los efectos productividad y estructura influyeron en la reducción del consumo de la energía del periodo en España. En el primer caso, la reducción del consumo de energía se debe a un aumento de la productividad del trabajo, mientras que el segundo caso se debe al menor peso relativo sobre el total de la producción de los sectores más intensivos en consumo energético; favoreciendo así el mayor peso relativo de los sectores más intensivos. En el caso de Andalucía, como ya hemos mencionado, se produce un ligero incremento del consumo de energía debido al efecto productividad.

Igualmente el efecto nivel de vida residencial, aun teniendo poca relevancia en la variación de consumo de energía en el periodo, tanto en España como en Andalucía, contribuyeron a la reducción del consumo de energía.

El efecto nivel de vida en el transporte privado provoca un incremento del consumo de energía, especialmente en el caso de España, debido a que el número de vehículos por unidad monetaria producida crece.

Figura 4.2 Efectos de la variación del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013



Fuente: Elaboración propia

Cuando dividimos el periodo de análisis en dos subperiodos, el primero coincidente con la etapa de expansión (2000-2007) y el segundo con la etapa de recesión y recuperación económica (2008-2013), se observa que la contribución de los distintos efectos a la variación del consumo de energía no es la misma en las dos economías.

En primer lugar, en el primer periodo (2000-2007) tanto en España como en Andalucía el efecto actividad es el que más contribuye al incremento del consumo de energía (17.477 ktep y 2.637 ktep respectivamente). Asimismo, en el caso de España, los efectos intensidad (sectorial, residencial y transporte privado) y nivel de vida del transporte privado incrementan el consumo de energía. Este resultado muestra que en la etapa de expansión, el crecimiento del consumo de energía por hora trabajada, por población residente y por número de vehículos crece en relación a sus respectivos indicadores. Asimismo, se produce un aumento del consumo de energía

debido al aumento de vehículos en relación a la producción de la economía, lo que es resultado del aumento del uso del transporte privado en esta etapa debido al aumento del nivel de vida de la población.

Respecto a los efectos que contrarrestan el crecimiento del consumo de energía destacan el efecto estructura en ambas economías, y en España, el efecto productividad. En este caso, el cambio en la estructura productiva producido en el periodo favorece la reducción del consumo al incrementarse los sectores menos intensivos en consumo energético. Por su parte, el efecto productividad es especialmente significativo en el caso de España, indicando una mejora de la producción por hora trabajada, lo que indirectamente implica, menos consumo de energía por hora trabajada.

En cuanto al segundo de los subperiodo, se caracteriza por una reducción del consumo de energía en España de 16.703 ktep y en Andalucía 2.471 ktep. En este subperiodo todos los efectos contribuyen a la reducción del consumo, salvo en los efectos nivel de vida residencial y de transporte privado. En el primer caso, se observa un aumento del consumo de energía debido a una reducción de la renta per cápita y en el segundo caso, se produce un aumento del consumo debido al aumento de vehículos por unidad producida. Además en Andalucía el efecto intensidad residencial es positivo, aunque en tan solo 39 ktep y en España el efecto intensidad sectorial en 471 ktep.

En cuanto a los efectos que más contribuyen a la reducción del consumo de energía en este subperiodo, en el caso de España son el de actividad, productividad e intensidad energética del transporte privado; y en Andalucía son el efecto intensidad transporte privado, estructura e intensidad energética sectorial. Por tanto, en el caso de España, el consumo de energía se ve reducido en esta etapa como consecuencia de la menor actividad económica (efecto actividad), por la mejora de la productividad laboral (efecto productividad), y por el menor consumo de energía por vehículo (efecto intensidad del transporte). La evolución de estos tres efectos es

coherente con la situación de crisis económica que padece la economía española, con menores tasas de crecimiento económico y actividad. En el caso de Andalucía, el mayor impacto en el consumo de energía se produce como consecuencia del menor consumo energético por unidad producida en los sectores productivos (efecto intensidad sectorial) así como el menor consumo energético por vehículo (intensidad del transporte privado) y por el cambio de estructura que experimenta la economía andaluza en el subperiodo hacia sectores menos consumidores de energía, principalmente del sector servicio.

Tabla 4. 3 Evolución de los efectos de variación del consumo de energía final en España y Andalucía en los subperiodos 2000-2007 y 2008-2013 (ktep)

	2000-2007		2008-2013	
	España	Andalucía	España	Andalucía
Intensidad sectorial	1.451	746	471	-709
Intensidad residencial	2.115	34	-1.253	39
Intensidad transporte privado	475	-417	-6.017	-966
Actividad	22.164	3.103	-7.480	-533
Estructura	-6.403	-1.060	-931	-788
Productividad	-3386	87	-6.394	-24
Nivel de vida residencial	-1.809	-268	1.883	145
Nivel de vida transporte privado	2.870	411	3.017	360
Total	17.477	2.637	-16.703	-2.476

Fuente: Elaboración propia

El análisis LMDI-I de las variaciones interanuales del consumo de energía en el periodo 2000-2013 (ver tablas G.3 y G.4 del anexo G) nos muestra en primer lugar que en el caso de España, en todos los periodos interanuales se produce un incremento del consumo de energía salvo para el 2004-2005, 2006-2007, 2007-2008, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013. En cuanto a Andalucía, hasta el año 2008, el incremento del consumo de energía es continuo y posteriormente se produce una reducción del consumo de energía final en todos los periodos interanuales.

En el subperiodo de expansión de la economía (2000-2007) observamos en el análisis interanual como el efecto actividad es siempre positivo. También el efecto nivel de vida del transporte privado tiene este comportamiento, aunque en algunos periodos interanuales se ve truncado, como es el del 2000-2001. Por otro lado el incremento del nivel de vida de la población española y andaluza provoca en este subperiodo que el efecto nivel de vida residencial tenga una tendencia hacia valores interanuales negativos, reduciendo por tanto el consumo de energía. También se observa este comportamiento en el efecto estructural, principalmente observado para cada uno de los años en el sector industrial y transporte privado. En cuanto al efecto intensidad, definido según la ecuación (4.10) se observa anualmente que no existe un comportamiento homogéneo, si bien se concluye que el efecto intensidad residencial, en el caso de España en cada uno de los periodos interanuales contribuye al incremento del consumo de energía hasta el periodo 2005-2006.

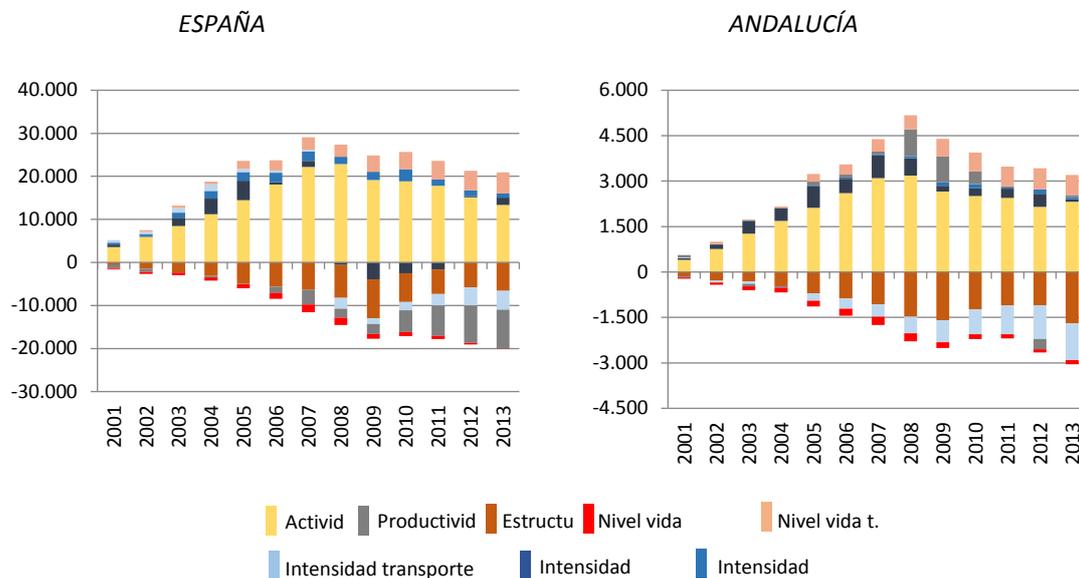
En el segundo de los subperiodos (2008-2013) no se observa un comportamiento tan homogéneo de los resultados interanuales de cada uno de los efectos como en el anterior subperiodo. Sólo es concluyente el valor negativo interanual del efecto actividad tanto en España como en Andalucía y del efecto nivel de vida residencial, ambos resultados relacionados con la situación de crisis económica del periodo. Por otro lado el efecto nivel de vida del transporte privado continúa con valores positivos interanuales. Respecto al comportamiento interanual del efecto estructura, si bien la tendencia es hacia valores negativos, fruto de la evolución de la estructura económica de estos años, presenta alternancia de incrementos o reducciones del consumo de energía, encontramos la razón de esta situación en lo heterogéneo de los sectores analizados y su comportamiento a lo largo del subperiodo. El sector servicios es el único que presenta valores interanuales de ganancia de energía respecto al factor estructura, lo que confirma la tendencia observada en la estructura económica de una mayor presencia de esta actividad. Respecto al efecto intensidad (definido en la ecuación 4.10) su tendencia interanual es a la de presentar valores negativos, contribuyendo así a la reducción del consumo de energía. Principalmente

es el efecto intensidad transporte privado el que marca más esta tendencia, ya que los efectos intensidad residencial y sectorial tienen un comportamiento interanual alterno entre pérdidas y ganancias respecto al consumo de energía.

Las figura 4.3 representa los resultados obtenidos en el análisis encadenado de los efectos de la variación del consumo de energía final de España y Andalucía 2000-2013. Se observa como los efectos actividad, nivel de vida transporte privado, productividad y estructura son los que tienen una mayor relevancia a lo largo del periodo, los dos primeros favorecen el incremento del consumo de energía y los otros dos reducen el mismo. Asimismo, se aprecia como el efecto intensidad sectorial en Andalucía tiene una elevada contribución al incremento del consumo de energía.

En ambas gráficas, pero sobre todo en Andalucía, se observa que en el periodo de contracción de la economía el efecto intensidad del transporte privado y el efecto estructura reducen considerablemente el consumo de energía final. Este resultado muestra que el periodo de crisis se reduce el uso del transporte privado y por tanto, reduce la intensidad medida por unidad de vehículo. Asimismo se observa como la productividad del trabajo aumenta, como consecuencia de la mayor producción por hora trabajada, y como consecuencia de ello, también disminuye el consumo de energía por el efecto productividad. No obstante, en el caso de Andalucía, el efecto productividad induce a un mayor consumo de energía en los años centrales de la crisis, como consecuencia de una reducción de la productividad, debido a que las horas trabajadas disminuyen más que la producción (al ser Andalucía la región en la que la tasa de desempleo es más alta en España). Tras el comienzo de la recuperación, a partir del año 2010, el comportamiento del efecto productividad en Andalucía es similar al de España.

Figura 4.3 Análisis anual encadenado del consumo de energía final en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)



Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Análisis LMDI-I multinivel del consumo de energía final en España y Andalucía

La aplicación del método LMDI-I (ecuaciones 4.3 y 4.9) nos ha permitido determinar los efectos que influyen en la variación del consumo de energía final por sectores en España y Andalucía (ver figura 4.4).

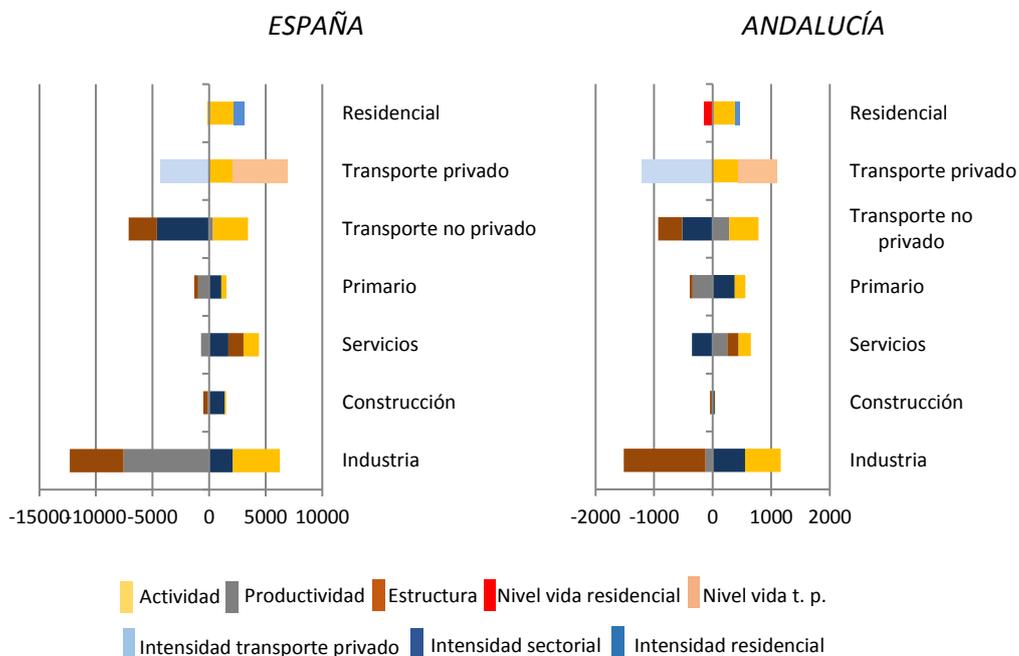
En el caso de España, observamos que el aumento del consumo debido al efecto actividad se muestra en todos los sectores, aunque especialmente en los sectores industria, transporte (privado y no privado) y residencial. Por otra parte, el efecto estructura induce a la reducción del consumo en todos los sectores económicos excepto en el sector servicios, mostrando el mayor peso relativo del mismo en la estructura productiva.

Respecto al efecto intensidad sectorial, todos los sectores contribuyen al aumento del consumo de energía final excepto el transporte no privado. En este caso, el

transporte no privado está incrementando el uso de la energía debido a la reducción del consumo de energía por hora trabajada. Respecto a la intensidad del transporte privado y residencial se observa una contribución a la reducción del consumo de energía. En definitiva, se produce una mejora de la eficiencia energética en estos sectores.

En cuanto al efecto productividad, el sector industria es el que contribuye más a la reducción del consumo de energía, mientras que el sector transporte no privado es el único que alcanza un valor positivo de este efecto. Este efecto muestra que en el periodo analizado se produce una mejora de la productividad laboral en todos los sectores, salvo el de transporte no privado cuya relación unidad monetaria producida por hora trabajada disminuye un 1,8 %. Finalmente observamos como el efecto nivel de vida es únicamente relevante en el transporte privado, no siendo apreciable en el sector residencial, lo que refleja el aumento del consumo de energía debido a un aumento de los vehículos por unidad producida.

Figura 4.4 Efectos de la variación del consumo de energía final sectorial en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)



Fuente: Elaboración propia

En el caso de la Andalucía se observa una evolución similar que en España, aun existiendo hechos diferenciales. El sector residencial contribuye en mayor medida al aumento del consumo por el efecto intensidad energética sectorial y al descenso del consumo debido al efecto nivel de vida residencial. El sector industrial contribuye en mayor proporción que en el caso de España a la reducción del consumo de energía debido al efecto estructura y en menor contribución debido al efecto productividad. Finalmente, el sector servicios contribuye menos al efecto intensidad sectorial y su efecto productividad es positivo. Respecto al sector primario, en Andalucía los distintos efectos tienen una mayor contribución al valor total que en España.

A continuación se expondrá los resultados obtenidos del análisis de descomposición LMDI-I procedente de la ecuación (4.13) para cada uno de los sectores considerados, que se encuentran incluidos en la tabla siguiente.

Tabla 4. 4 Efectos intensidad física, productividad, nivel de vida, estructura y actividad de los sectores productivos y hogares en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)

		2000-2013		2000-2007		2008-2013	
		ESPAÑA	ANDALUCÍA	ESPAÑA	ANDALUCÍA	ESPAÑA	ANDALUCÍA
INDUSTRIA	INTENSIDAD	2.103	555	1.828	228	510	372
	PRODUCTIVIDAD	-7.573	-123	-5.559	-283	-2.751	136
	ESTRUCTURA	-4.757	-1397	-2.391	-425	-2.710	-1.078
	ACTIVIDAD	4.156	609	7.144	825	-2.142	-133
	TOTAL	-6.071	-356	1.021	346	-7.092	-702
CONSTRUCCIÓN	INTENSIDAD	1.397	34	53	43	1.615	18
	PRODUCTIVIDAD	-116	-15	79	7	-323	-33
	ESTRUCTURA	-391	-32	-26	11	-427	-66
	ACTIVIDAD	101	10	83	21	-63	-3
	TOTAL	990	-3	189	82	801	-85
SERVICIOS	INTENSIDAD	1.692	-356	789	105	1.049	-551
	PRODUCTIVIDAD	-717	252	-182	1	-634	303
	ESTRUCTURA	1.355	190	490	25	1.016	201
	ACTIVIDAD	1.351	208	1.969	262	-819	-52
	TOTAL	3.680	294	3.067	392	613	-98

		2000-2013		2000-2007		2008-2013	
		ESPAÑA	ANDALUCÍA	ESPAÑA	ANDALUCÍA	ESPAÑA	ANDALUCÍA
PRIMARIO	INTENSIDAD	1.088	376	841	423	287	-11
	PRODUCTIVIDAD	-976	-342	-481	-83	-543	-323
	ESTRUCTURA	-325	-49	-658	-230	337	193
	ACTIVIDAD	431	180	666	239	-233	-45
	TOTAL	217	164	369	349	-152	-185
TRANSPORTE NO PRIVADO	INTENSIDAD	-4.619	-520	-2.060	-53	-2.990	-537
	PRODUCTIVIDAD	351	286	2.757	445	-2.143	-108
	ESTRUCTURA	-2.493	-412	-3.818	-441	852	-39
	ACTIVIDAD	3.083	495	5.368	697	-1.644	-115
	TOTAL	-3.678	-150	2.247	648	-5.925	-799
TRANSPORTE PRIVADO	INTENSIDAD	-4.350	-1.204	475	-417	-6.017	-966
	NIVEL VIDA	4.886	668	2.870	411	3.017	360
	ACTIVIDAD	2.089	436	3.616	614	-1.336	-102
	TOTAL	2.625	-100	6.961	608	-4.335	-708
RESIDENCIAL	INTENSIDAD	971	72	2.115	34	-1.253	39
	NIVEL VIDA	-118	-139	-1.809	-268	1.883	145
	ACTIVIDAD	2.157	380	3.317	446	-1.243	-83
	TOTAL	3.011	313	3.624	212	-613	101
TOTAL	INTENSIDAD	-1.719	-1.042	4.041	363	-6.799	-1.635
	PRODUCTIVIDAD	-9.031	57	-3.386	87	-6.394	-24
	NIVEL VIDA	4.768	529	1.061	144	4.901	505
	ESTRUCTURA	-6.612	-1.700	-6.403	-1.060	-931	-788
	ACTIVIDAD	13.368	2.318	22.164	3.103	-7.480	-533
	TOTAL	774	161	17.477	2.637	-16.703	-2.476

Fuente: Elaboración propia

Industria

El consumo de energía final en la industria española y andaluza disminuyó en un 20,9 % y un 11,8 % respectivamente en el periodo 2000-2013. En concreto, en España se redujo en 6.071 ktep y en Andalucía en 356 ktep. El VAB sectorial también disminuyó en un 2,3 % y 24,2 % en España y Andalucía respectivamente, en ese mismo periodo.

Por otra parte el número de horas trabajadas en la industria se redujo como consecuencia del reajuste laboral debido a la crisis económica iniciada en el año 2007, un 27 % en España (INE, 2016b) y un 27,4 % en Andalucía (IECA, 2015). Esta evolución de la situación económica y laboral produjo un incremento de la productividad y de la intensidad energética (tep/kht). La productividad se incrementó un 33,9 % en España y un 4,4 % en Andalucía, mientras que la intensidad energética lo hizo en un 8,5 % y 21,5 % respectivamente (Anexo G, tabla G.7 y G.8).

La reducción del consumo de energía final en el sector industrial ha venido influido principalmente por los efectos productividad y estructura. En el caso de España fue el efecto productividad (-7.573 ktep) el que contribuyó principalmente y en menor medida el efecto estructura (-4.757 ktep). En Andalucía es el efecto estructura, debido a la importante reducción de la participación de la industria en la estructura económica del periodo, el que más contribuye a la reducción del consumo (-1.397 ktep), el efecto productividad aportó una reducción de -123 ktep.

El resto de los efectos propiciaron un incremento del consumo de energía final. En concreto, el efecto actividad provocó el mayor aumento del consumo de energía final del sector industrial en el periodo, tanto en España como en Andalucía (4.156 ktep y 609 ktep). Por otra parte, el efecto intensidad sectorial intervino más en la reducción del consumo de energía final del sector en España que en Andalucía, siendo su valor de 2.103 ktep y 555 ktep respectivamente.

La tendencia observada seguida por cada uno de los efectos en la totalidad del periodo es la misma del primer subperiodo 2000-2007, aunque en esta ocasión y debido principalmente al elevado crecimiento del VAB total se produce un incremento del consumo de energía final, 1.021 ktep en España y 346 ktep en Andalucía. Respecto al segundo subperiodo, como ya hemos visto se produce una fuerte caída del VAB nacional y regional, a la vez que la industria continúa perdiendo peso en la estructura económica y en esta etapa la intensidad energética mejora (13,2 % la española y un 2,0 % la andaluza). A estos efectos se le suma un aumento

de la productividad de la industria española, que pasa en el año 2007 de 25,6 €/ht a 28,4 €/ht en el 2013 (ver Anexo G, tabla G.7), originando una reducción del consumo de energía final de -2.751 ktep. En el caso de Andalucía se produce una reducción de la productividad (28,3 €/ht en 2007 a 27,1 €/ht en 2013, ver Anexo G, tabla G.8) que produce un incremento del consumo de energía final por este efecto de 136 ktep. La suma de todos estos efectos en este segundo subperiodo en España origina una reducción del consumo de energía final de -7.092 ktep y en Andalucía de -702 ktep.

Construcción

Este sector hasta los años 2007-2008 tuvo una gran expansión, su decline es una de las causas de la crisis económica que se produce en el segundo subperiodo analizado. Desde el punto de vista del consumo de energía, este sector no tiene una gran relevancia sobre la estructura energética sectorial, en España en el periodo 2000-2013 representó el 0,6% del consumo total de energía final. A pesar de ello, sí es un sector que tiene un efecto indirecto muy elevado sobre el sector residencial y servicios, ya que las características constructivas influirán en el consumo de energía futura de los edificios. Este aspecto, a través del análisis LMDI-I realizado no puede ser evaluado.

El aumento del consumo de energía final en España en el periodo es debido principalmente a la pérdida de eficiencia energética, es decir, al aumento de la intensidad energética sectorial y por tanto, a un aumento del consumo de energía por hora trabajada. Esta misma evolución de la intensidad energética sectorial se observa para Andalucía. Por otra parte, los efectos productividad y estructura compensan parcialmente este aumento del consumo de energía. En el primer caso, debido a un descenso de la productividad laboral provocada por la menor producción generada por el sector y en el segundo caso, debido al menor peso de dicho sector en la estructura productiva tanto española como andaluza.

Servicios

Este sector se ha convertido en el motor de la economía española. En 2013, el sector servicios representaba el 71,9 % del VAB nacional (más de diez puntos que en el año 2000) (INE, 2016a) y el 75,4 % (13,4 puntos más que en 2000) en Andalucía (IECA, 2015).

En el periodo analizado, 2000-2013, el incremento del consumo de energía del sector servicios fue de 3.680 ktep en España y de 294 ktep en Andalucía.

Esta mayor presencia del sector servicios en la estructura económica española y andaluza ha hecho que el efecto estructura tenga una importante repercusión en el incremento del consumo de energía final del sector, alcanzando un valor de 1.355 ktep para España y 190 ktep para Andalucía. Por otra parte, como en el resto de los sectores de la economía española y andaluza, el efecto actividad arroja un valor positivo con una repercusión muy elevada, en concreto alcanza 1.351 ktep en España y 208 ktep en Andalucía.

Un hecho relevante es el incremento de la intensidad energética (tep/kht) del sector España con un aumento del 22,2 %, mientras que en Andalucía se reduce un 30,7 % (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8). Esta situación ha originado que el efecto intensidad sectorial en España (1.692 ktep) sea superior al incremento de energía total del sector, y en el caso de Andalucía sea -356 ktep.

La productividad de este sector ha tenido un notable crecimiento, pasando en España de 28,2 €/ht a 30,7 €/ht, mientras que en Andalucía se ha reducido de 37,2 €/ht a 28,7 €/ht (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8). Esto ha posibilitado una disminución del consumo debido al efecto productividad en España de -717 ktep y un aumento de 252 ktep en Andalucía.

Como en el resto de sectores, la expansión del subperiodo 2000-2007 hace que se produzca un crecimiento del consumo de energía final de este sector en España de 3.067 ktep y en Andalucía de 392 ktep.

El comportamiento del consumo de energía del sector servicios en el segundo subperiodo es diferente debido al comportamiento de la intensidad energética y de la productividad. En Andalucía la intensidad energética se reduce un 37,5 % mientras que en España se eleva un 11 %, lo que explica que el efecto intensidad aumentara el consumo de energía final del sector en 1.049 ktep en España y lo redujera en -551 ktep en Andalucía. En cuanto a la productividad, en España se incrementa un 6,5 % mientras que en Andalucía se reduce un 22,8 %, provocando que efecto productividad alcance valores de -634 ktep y 303 ktep respectivamente. El comportamiento del resto de efectos es similar en ambas economías.

Primario

Un hecho diferencial del sector primario entre España y Andalucía, es la mayor presencia del sector en la estructura económica y energética de Andalucía. En el periodo de estudio, 2000-2013, el sector primario incrementó el consumo de energía final en un 8,4 % en España y en un 21,6 % en Andalucía, cifrándose en 217 ktep y 164 ktep respectivamente. Por otra parte, el crecimiento del VAB sectorial en Andalucía cuadruplicó el de España, es decir, mientras que en España el VAB sectorial aumentó en un 4,0 %, en Andalucía lo hizo en un 16,8 % (INE, 2016a e IECA, 2015).

Estos resultados implican que el sector primario tiene una importancia relativa mayor en Andalucía que en España. De esta forma, aunque en ambas economías el sector primario aumente el consumo de energía debidos a los efectos actividad e intensidad energética, su importancia relativa es diferente.

En primer lugar, el efecto intensidad del sector primario aumenta el consumo de energía en España en 1.088 ktep y en Andalucía 376 ktep, siendo este resultado coherente con el cambio que experimenta la intensidad energética en el periodo. Pasó de 1,3 tep/kht a 1,9 tep/kht en España y de 1,5 tep/kht a 2,4 tep/kht en Andalucía (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8).

En segundo lugar, el efecto productividad favorece la reducción del consumo de energía del sector primario en España y Andalucía en -976 ktep y -342 ktep respectivamente. Este resultado se produce como consecuencia del aumento que experimenta la productividad en el periodo analizado, pasando de 13,1 €/ht a 18,1 €/ht en España frente a 13,0 €/ht y 19,6 €/ht para Andalucía (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8).

Por otra parte, debido al aumento del VAB sectorial, el efecto actividad provoca un aumento del consumo de energía final, como ya hemos visto en el resto de sectores (431 ktep y 180 ktep).

En relación a cada uno de los subperiodos, en el primero (2000-2007), los efectos siguen la tendencia observada para la totalidad del periodo, existiendo un incremento del consumo de energía final de 369 ktep para España y 349 ktep en Andalucía.

En el segundo de los subperiodos, el sector primario incrementa su peso en la estructura económica de España (0,4 %) y Andalucía (1,0 %), ocasionando una variación positiva del consumo de energía debido al efecto de estructura (337 ktep España y 193 ktep Andalucía). Por otra parte se observa una reducción (1,1 %) de la intensidad energética sectorial en Andalucía (ver Anexo G, tabla G.8) originando un valor negativo del efecto intensidad sectorial -11 ktep. Este comportamiento no se observa en la intensidad española, que en el periodo se incrementa un 10,5 % ocasionando un valor del efecto intensidad sectorial de 287 ktep. En cuanto al efecto productividad y actividad tienen valores negativos en ambas economías. La reducción total de energía en este subperiodo en España es de -152 ktep y en Andalucía -185 ktep.

Transporte no privado

En España, el sector de transporte no privado ha contribuido a una importante reducción del consumo de energía final (-3.679 ktep), mientras que en el caso de Andalucía se redujo en -150 ktep.

En este periodo, el VAB sectorial se ha incrementado en 3,1 % y 3,7 % en España y Andalucía respectivamente (INE, 2016a; IECA, 2015), mientras que las horas totales trabajadas han aumentado en un 5,0 % y un 17,3 % respectivamente. La evolución de estos parámetros ha ocasionado una reducción notable de la productividad y la intensidad energética. En España la productividad se redujo de 29,2 €/ht a 28,7 €/ht, mientras que en Andalucía lo ha hecho de 27,0 €/ht a 23,8 €/h. En cuanto a la intensidad energética, en España evolucionó de 15,4 tep/kht a 12,1 tep/kht, igualmente en Andalucía lo hizo de 13,5 tep/kht a 10,8 tep/kht (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8).

En consecuencia a la variación de estos indicadores los efectos que contribuyen a una reducción del consumo de energía final, tanto en España como en Andalucía, son el de intensidad energética (-4.619 ktep y -520 ktep) y estructura (-2.493 ktep y -412 ktep). Por otra parte los efectos de productividad (351 ktep y 286 ktep) y actividad (3.083 ktep y 495 ktep) contribuyen al aumento del consumo de energía del sector.

En relación a cada uno de los subperiodos, en el primer periodo 2000-2007, los efectos siguen la tendencia observada para la totalidad del periodo, existiendo un incremento del consumo de energía final de 2.247 ktep para España y 648 ktep para Andalucía, debido principalmente al crecimiento de la economía, medido por el efecto actividad (5.368 ktep y 697 ktep).

En el segundo de los subperiodos, 2008-2013, se produce una reducción del consumo de energía final de este sector de -5.925 ktep (España) y -799 ktep (Andalucía). En el caso de España todos los efectos contribuyen a la reducción del consumo, salvo el efecto estructura, ya que en este subperiodo el sector transporte incrementó su peso relativo en la estructura económica española del 4,3 % al 4,5 %

(INE, 2016a), originando un valor positivo del efecto estructura (852 ktep). En el caso de Andalucía todos los efectos tienen valores negativos.

Transporte privado

El transporte privado experimenta un cambio en el consumo de energía diferente en España y Andalucía entre 2000 y 2013, de 2.625 ktep y -100 ktep respectivamente. Este diferente comportamiento se debe a la evolución de los distintos indicadores que nos han permitido analizar el comportamiento de este sector.

En primer lugar, el periodo objeto de estudio se caracteriza por un incremento muy fuerte del parque automovilístico español para uso privado. En España, los vehículos privados pasaron de ser 12,8 millones a 21,8 millones entre 2000 y 2013 (70,8 % crecimiento). En Andalucía, los vehículos privados crecieron de 2,2 millones a 3,7 millones entre 2000 y 2013 (72 % crecimiento) (MF, 2013). El ratio de vehículos per cápita en España y Andalucía fue de 0,32 y 0,30 respectivamente en 2000 y; 0,46 y 0,45 respectivamente en 2013 (INE, 2016b y MF, 2013).

En el caso de España, el incremento del parque de vehículos se ve reflejado en el ratio vehículo/VAB, con el que hemos asociado el efecto nivel de vida, que alcanza un valor de 4.886 ktep. Asimismo, el crecimiento del VAB sectorial también provoca un aumento del consumo de energía debido al efecto actividad (2.089 ktep). Por otra parte, la intensidad energética se redujo desde 0,9 tep/vehículo a 0,7 tep/vehículo, reflejándose en un valor negativo del efecto intensidad transporte privado de -4.350 ktep (ver Anexo G, tabla G.7).

En el caso de Andalucía, la intensidad energética se reduce más que en España (en el año 2000 era 0,9 tep/vehículo y en 2013 fue 0,5 tep/vehículo) (ver Anexo G, tabla G.8), por lo que el efecto intensidad alcanza un valor de -1.204 ktep, lo que contribuye a que la variación del consumo de energía final en Andalucía debido a este uso energético sea negativa en el periodo. El efecto actividad debido al nivel de vida es 668 ktep y el de actividad 436 ktep. Esta mayor reducción de la intensidad

energética del transporte privado en Andalucía que en España se puede deber, en parte, a la menor cilindrada de los vehículos existentes en Andalucía que en el conjunto de España a final del periodo (DGT, 2016) y también al menor número de km recorridos anual por vehículo en Andalucía (MF, 2015).

La evolución del número de vehículos en cada uno de los subperiodos está claramente marcada por la evolución de la economía. Hasta el año 2007 el crecimiento del parque de vehículos fue de 54,2 % en España y 53,9 % en Andalucía, mientras que en el segundo subperiodo el incremento fue mucho menor, 10,8 % y 11,7 % respectivamente (MF, 2013).

En cuanto a la intensidad energética del transporte privado, en el primer subperiodo se incrementa hasta 1,0 tep/vehículo en España y se reduce a 0,8 tep/vehículo en Andalucía (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8). Esto origina que el efecto intensidad en España en este subperiodo sea 475 ktep y en Andalucía -966 ktep.

Principalmente estas son las circunstancias que marcan la variación del consumo de energía en ambos subperiodos. En el primero, en España la energía consumida por el transporte privado se incrementa en 6.961 ktep y en Andalucía lo hace en 608 ktep. Por el contrario en el segundo subperiodo desciende el consumo en -4.335 ktep y -708 ktep, respectivamente.

Residencial

El consumo de energía para uso residencial está relacionado directamente con la población. En este periodo, la población se incrementó en un 16,4 %, llegando a 47,2 millones de habitantes en España y en un 14,6 %, situándose en 8,4 millones en Andalucía (INE, 2016b). La intensidad energética residencial, medida como consumo de energía per cápita también aumentó, en el caso de España, en un 7,5 % (en 2013 se situó en 0,3 tep/habitante) y en Andalucía, en un 4,2 % (0,2 tep/habitante) (ver Anexo C, tabla C.7 y C.8). En cuanto a la renta per cápita, indicador éste asociado al efecto nivel de vida, en España se mantuvo prácticamente constante (se incrementó

en un 0,9 %, situándose en 19.370,7 €/habitante en 2013) y en Andalucía se incrementó en un 8,1 % (14.878,3 €/habitante en 2013) (INE, 2016a y 2016b).

Analizados los distintos efectos que afectan al consumo de energía final en el sector residencial se observa que en este periodo, el efecto actividad es el que tiene una mayor incidencia. El incremento total de energía del sector en España fue 3.011 ktep (efecto actividad = 2.157 ktep) y en Andalucía 380 ktep (efecto actividad = 313 ktep).

En cuanto al primero de los subperiodos (2000-2007), el incremento de la renta per cápita favoreció la reducción del consumo de energía final, medido por el efecto de nivel de vida (-1.809 ktep en España y -268 ktep en Andalucía). Los efectos intensidad residencial y actividad incrementaron notablemente el consumo de energía final, situando el crecimiento de energía del periodo en 3.624 ktep (España) y en 212 ktep (Andalucía).

En el segundo de los subperiodos, el consumo de energía se redujo en -613 ktep en España, provocado en parte por la mejora de la intensidad energética (7,9 %). En cuanto Andalucía, en este subperiodo se incrementó el consumo de energía en el sector residencial en 101 ktep, observándose un aumento de la intensidad energética de un 2,1 %. En ambas economías la reducción del nivel de vida provocó un incremento del consumo de energía y, por el contrario, la disminución de la actividad económica favoreció la reducción del consumo de energía.

4.4.4. Análisis LMDI-I del consumo de energía final en España y Andalucía por fuentes energéticas y efectos

Respecto a las fuentes energéticas generadoras de la energía final consumida en el periodo 2000-2013, tanto en España como en Andalucía el gas natural y las energías renovables son las únicas que han incrementado su uso, debido básicamente a los efectos intensidad residencial y sectorial. El resto de fuentes energéticas (carbón, productos petrolíferos y nuclear) reducen su consumo debido fundamentalmente al

efecto intensidad sectorial, transporte privado y residencial. El efecto actividad contribuye al incremento del consumo de todas las fuentes energéticas, tanto en España como en Andalucía. Por el contrario los efectos estructura y productividad favorecen la reducción del consumo de las distintas fuentes energéticas, como puede observarse en las figura 4.5.

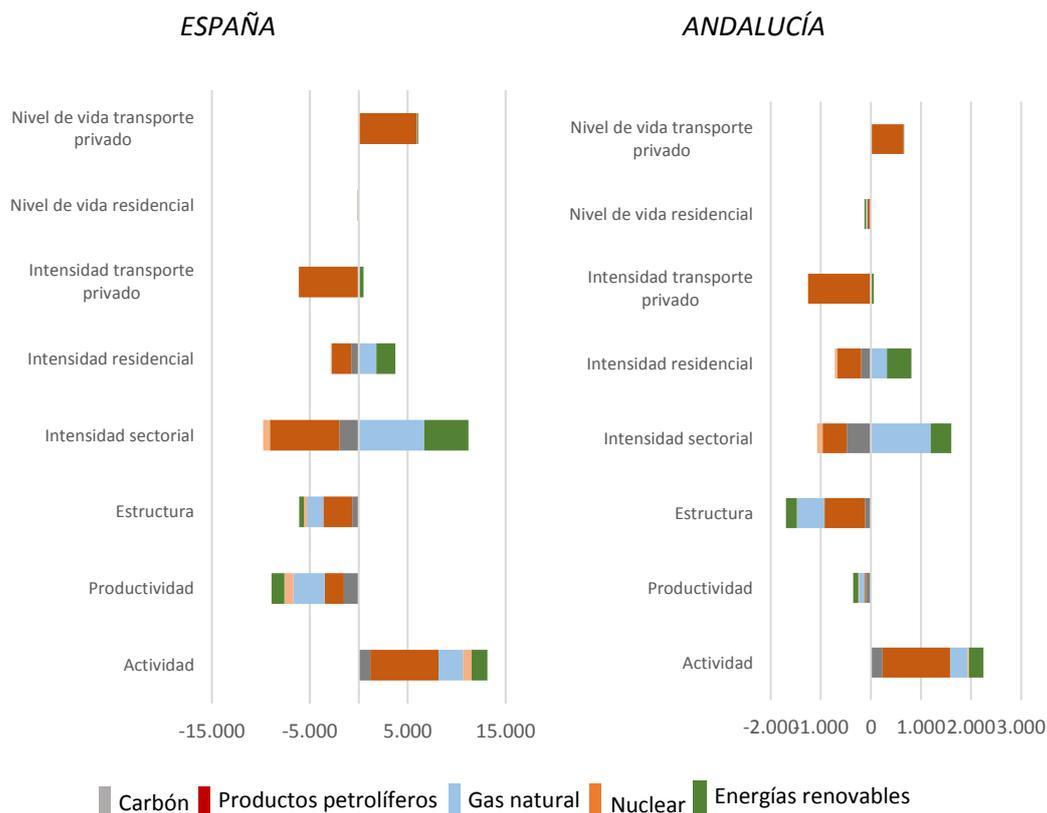
En España, las energías renovables y el gas natural han incrementado su uso en 6.791 ktep y 6.214 ktep respectivamente. El resto de fuentes han visto reducido su consumo: productos petrolíferos (-7.170 ktep), carbón (-3.531 ktep) y energía nuclear (-1.030 ktep). En la figura 4.5 se observa la contribución de cada uno de los recursos energéticos a los efectos analizados en la descomposición del consumo de energía en España por el método LMDI-I. Los valores de los distintos efectos se incluyen en la tabla G.5 del Anexo G.

El consumo de productos petrolíferos se ha reducido en España, principalmente gracias a los efectos intensidad, estructura y productividad, y parcialmente compensado por los efectos actividad y nivel de vida del transporte privado. Estos resultados muestran una mejora de la eficiencia energética en el uso de esta fuente de energía, así como la mejora de la productividad. Por otra parte, se observa que el cambio en el peso relativo de los sectores ha favorecido un menor consumo de dicha fuente. Por otra parte, se observa que la actividad económica sigue vinculada a esta fuente de energía, de la que España sigue manteniendo una importante dependencia. Y finalmente, podemos concretar, que un mayor uso de los vehículos en España, medido por unidad producida, ha favorecido un aumento sustancial de esta fuente de energía a pesar de que su eficiencia (intensidad del transporte privado) sea cada vez mayor.

Por otra parte, el crecimiento del consumo del gas natural viene determinado por los efectos intensidad y actividad, mientras que los efectos estructura y productividad contribuyen a su disminución.

El crecimiento del consumo de energías renovables está principalmente asociado al efecto intensidad residencial (1.964 ktep) e intensidad sectorial (4.516 ktep).

Figura 4.5 Contribución de los recursos energéticos a los efectos de la variación del consumo de energía final sectorial en España y Andalucía 2000-2013 (ktep)



Fuente: Elaboración propia

Respecto a Andalucía, también el gas natural y las energías renovables son las fuentes energéticas que han crecido en el periodo, 1.154 ktep y 898 ktep respectivamente. En la figura 4.5 se observa la contribución de cada uno de los recursos energéticos a los efectos analizados en la descomposición del consumo de energía en Andalucía por el método LMDI-I, los valores de los distintos efectos se incluyen en la tabla G.6 del Anexo G. Como en el caso de España, los productos petrolíferos (1.349 ktep) son los que tienen una mayor contribución al efecto

actividad, seguido por el gas natural (355 ktep). Este último combustible es el que más favorece el valor negativo del efecto productividad, aunque también lo hacen las energías renovables, el carbón y el petróleo. En el caso del efecto estructura, los productos petrolíferos son los que más contribuyen en Andalucía y España a su valor negativo. El efecto de nivel de vida transporte privado provoca un importante crecimiento de los productos petrolíferos (653 ktep), al igual que en España.

4.5. Discusión

En nuestro trabajo hemos definido la intensidad energética desde una perspectiva macroeconómica y también física. Ambos casos han dado lugar a resultados del efecto intensidad distintos. Los resultados comparativos de ambos análisis se presentan en la tabla 4.5, correspondiendo “Análisis 1” a la definición macroeconómica de la intensidad y “Análisis 2” a la física.

Tabla 4. 5 Comparativa de resultados obtenidos del efecto intensidad según la definición macroeconómica o física de la intensidad energética para España y Andalucía 2000-2013

Efecto	ESPAÑA		ANDALUCÍA	
	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 1	Análisis 2
Intensidad sectorial	-7.371,1	1.659,7	146,5	89,4
Intensidad residencial	853,3	971,0	-66,7	72,3
Intensidad transporte privado	535,9	-4.350,0	-536,2	-1.204,1
Intensidad total	-5.981,8	-1.719,2	-456,4	-1.042,5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis 1 para España muestran que el efecto intensidad ha contribuido considerablemente a la reducción del consumo de energía final en el periodo. En concreto, el efecto intensidad sectorial es el que está favoreciendo más la disminución del consumo de energía, sólo parcialmente compensado por la intensidad residencial y del transporte privado.

Este resultado del efecto intensidad sectorial del Análisis 1, en el caso de España, nos puede llevar a pensar en un posible efecto positivo de las medidas de mejora energética adoptadas, cuando en realidad se debieron al efecto de la mejora de la productividad, según se desprende del resultado obtenido en el Análisis 2. En el caso de Andalucía se observa como el efecto productividad incide en un mayor consumo de energía, contrarrestado, en parte, por el efecto intensidad sectorial.

Situación opuesta se observa en el caso del transporte privado, donde una definición macroeconómica de la intensidad energética nos llevaría a concluir que el efecto intensidad en España es positivo, debido a la alta influencia del efecto nivel de vida del transporte privado. La situación es análoga en Andalucía.

Los resultados obtenidos muestran que el efecto productividad es el que más incide en la reducción del consumo de energía en España en el periodo analizado, especialmente en los sectores industria y servicios. Similares conclusiones se derivan del trabajo de Xu (2013) sobre el efecto de la intensidad en la industria en China.

Tanto en el transporte no privado como en el sector residencial el efecto nivel de vida contribuye al incremento del consumo de energía, no obstante en el sector residencial este efecto tiene una mínima contribución. Hospidío y Moreno-Galvis (2015) indican que en el subperiodo de contracción económica en España se lograron crecimientos de la productividad por encima de países tales como USA, Alemania, Francia o el Reino Unido. Por el contrario, desde mediados de los años noventa y hasta 2007, las tasas de crecimiento de la productividad española fueron inferiores a la de estos países. En cuanto a los distintos sectores productivos (ver Anexo G, tabla G.7 y G.8), en el periodo 2000-2013, el primario es el sector que más incrementa su productividad (43,8 % en España y 50,3 % en Andalucía), seguido por la industria (33,9 % y 4,4 % respectivamente), construcción (20,3 % y 39,4 %) y los servicios que aumenta la productividad en España (8,9 %) y la reduce en Andalucía (22,9 %). El sector transporte no privado redujo su productividad en un 1,8 % y 11,6 % respectivamente. El efecto productividad calculado muestra que el sector industrial y

de servicios son determinantes en la disminución del consumo de energía final en España. En cuanto al sector primario éste no tiene una alta incidencia debido a su reducido consumo de energía, en el periodo analizado representó de media el 3 % en España y 6 % en Andalucía del consumo total de energía final. Sin embargo, el efecto productividad pasa a ser un driver del crecimiento del consumo de energía en el sector de transporte no privado.

Por otro lado, los datos obtenidos, referentes al efecto estructura, corroboran el proceso de terciarización de la economía española durante el periodo 2000-2013, situación asimismo observada por Mendiluce (2013) para el periodo 2000-2010. Considerando que, en general el sector servicios es menos intensivo en el uso de la energía que el resto de sectores económicos, principalmente la industria o el transporte, el efecto estructura contribuye a la reducción del consumo de energía en España en este periodo. Estos resultados son asimismo coherentes con el análisis de la evolución de la intensidad energética española de González (2015), que concluye que en el caso de España, hasta 2010, el efecto estructura indica un aumento de la intensidad del sector servicio debido a un incremento de su participación en la estructura económica del país, mientras que en el resto de sectores se observa una evolución contraria, reduciéndose su intensidad energética.

Por otra parte, observamos que el análisis LMDI-I realizado en el subperiodo de crecimiento económico (2000-2007) da como resultados valores del efecto intensidad sectorial (definición macroeconómica) sensiblemente inferiores a los obtenidos en el análisis SDA en el capítulo 3 para el periodo 2000-2008. En el caso de España el efecto intensidad sectorial en el análisis LMDI-I tiene un valor de -1.935 ktep mientras que en el SDA es -13.296 ktep. Para Andalucía estos valores son 833 ktep y -3.078 ktep respectivamente. La razón principal de esta diferencia se encuentra en la definición en ambos métodos de la intensidad energética, en el caso del LMDI-I esta es energía consumida entre VAB sectorial (intensidad macroeconómica) y en el SDA energía consumida entre unidad de output producido. En el Anexo G Tabla G.9 se indica los resultados obtenidos en caso de considerar la

intensidad energética sectorial en ambos métodos definida de forma análoga al SDA, también se indica el resultado para el resto de los efectos. Los valores obtenidos muestran como ambos métodos son análogos en cuanto a los resultados agregados.

En el periodo analizado, 2000-2013, se pusieron en marcha diferentes medidas (ver capítulo 1) relacionadas con la mejora energética dirigidas al sector industria, edificación, transporte, servicios públicos, sector primario y transformación de la energía (ME, 2003). En general estas medidas iban encaminadas a facilitar la inversión en tecnologías más eficientes, para climatización, iluminación, generación de frío y calor en procesos industriales e instalaciones de servicios (centros comerciales, hospitales, hoteles, etc.), instalaciones de cogeneración, uso de energías renovables, etc. En total las diferentes acciones aportaron un ahorro energético de 3.297 ktep, en un 85 % este ahorro provenía de las distintas ramas de actividad (IDAE, 2011; MINETUR, 2014). Los resultados obtenidos del efecto intensidad sectorial definido como unidad física en el análisis LMDI-I, indican que este efecto en España no contribuyó a la reducción del consumo de energía del periodo, por lo tanto se puede indicar que las distintas acciones desarrolladas no tuvieron un impacto apreciable en la evolución del consumo de energía de las distintas ramas de actividad.

Si consideramos cada uno de los sectores analizados, se observa como únicamente el sector transporte no privado y el privado son los que presentan un efecto de intensidad negativo, resultado coherente con los obtenidos por Mendiluce (2013). En este caso los ahorros debido a las distintas medidas se cifran en 1.087 ktep (IDAE, 2011; MINETUR, 2014). Las acciones establecidas se centraron en regulación (Jefatura de Estado, 2007 y 2011), planificación (planes de movilidad en empresas y ciudades), uso modal del transporte (cursos de eco-conducción, zonas peatonales, uso de la bicicleta, etc.) y subvenciones para la adquisición de vehículos eficientes (privados y flotas de vehículos). Otras acciones, tales como la mejora de la logística del transporte, mediante el uso de plataformas de logística, modalidades “just in time”, reparto eficiente en la última milla en las zonas urbanas, etc., sin lugar a dudas

también repercutieron en la reducción de la intensidad energética del sector transporte.

En cuanto al sector residencial, ambas definiciones del efecto intensidad energética nos indica que se ha producido un incremento del consumo de energía debido a este efecto. Si bien en el periodo, también se pusieron en marcha acciones dirigidas a este sector (mejora de la eficiencia de los edificios e instalaciones, plan renove electrodomésticos, iluminación eficiente, etc.), estimando su ahorro en aproximadamente 580 ktep (IDAE, 2011; MINETUR, 2014), el impacto sobre el consumo de energía no fue el deseable.

En general, las medidas fundamentalmente incidieron en la subvención a la inversión de tecnologías más eficientes. En relación a otros mecanismos de ayuda y mejora de la eficiencia energética, se observa como en el periodo analizado no se han desarrollado con suficiente profundidad en España y sus Comunidades Autónomas las medidas fiscales, valga mencionar que de las 83 medidas nacionales puesta en marcha durante el periodo estudiado sólo dos eran de tipo fiscal (Odyssee-Mure, 2016). En el caso de las Comunidades Autónomas únicamente Baleares, Cantabria, Castilla y León, Galicia, Murcia y Valencia disponían desgravaciones en el Impuestos sobre la Renta de las Personas Físicas relacionadas con la mejora de la eficiencia energética y el uso de energías renovables (MHAP, 2016). En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en su informe “Evaluación del desempeño ambiental en España” (2015), recomienda que el Gobierno de la Nación acometa “una reforma que amplíe y aumente los impuestos ambientales”, ya que la fiscalidad ambiental en España presenta uno de los valores más bajos de Europa (1,6 % del PIB en 2012, debajo de la media europea que era del 2,4 %). El informe señala que las ayudas al carbón nacional son especialmente perjudiciales para el medio ambiente, sin conseguir además que la actividad carbonífera sea económicamente viable. Tampoco se ha avanzado en España en medidas que redujeran las inversiones necesarias en nuevas infraestructuras energéticas, como es el caso de las llamadas “Non-transmission Alternatives” ó

“Non-Wires Solutions”, mediante las cuales se analizan acciones de mejora de la demanda energética mediante incremento de la eficiencia energética, uso de energías renovables, almacenamiento energético o redes inteligentes, previamente a la decisión de construcción de nuevas infraestructuras de distribución o transporte de energía eléctrica (Stanton,2015).

En cuanto a las medidas regulatorias principalmente se centraron en la aprobación del Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Vivienda, 2006) y del certificado energético de edificios (Ministerio de Presidencia, 2013). Estas últimas medidas coincidieron con el periodo de recesión de la economía y de la paralización de la actividad edificatoria en España por lo que su repercusión en el periodo no es significativa desde el punto de vista de la mejora energética edificatoria.

Por tanto, debido a la relación existente entre la intensidad energética y la eficiencia energética, se observa como en cómputo global para todo el periodo, los sectores productivos (industrial, construcción, servicios y primario) y el residencial han empeorado su eficiencia energética. No obstante se observa como en el subperiodo de recesión de la economía el efecto intensidad de la industria y residencial presentan valores negativos, cambiando la tendencia global del periodo.

En relación al efecto actividad nos permite detectar que existe en el periodo un acoplamiento entre la evolución de la economía española y el consumo de energía. Por otra parte la elevada terciarización de la economía española, si bien repercute en la reducción del consumo de energía, tiene un efecto negativo sobre la economía. En este sentido la “Agenda para el fortalecimiento del sector industrial en España” (MINETUR, 2013), fija como objetivo que la industria represente el 20% del PIB considerando, clave una evolución hacia subsectores industriales de alto valor tecnológico, incrementando la actividad española en I+D+i y la mejora de la eficiencia en cuanto a la inversión en innovación.

Por último, en referencia a la generación de energía eléctrica, en el periodo se experimentó un notable incremento de las centrales de ciclo combinado con gas

natural, así como en las instalaciones de energía renovable, principalmente eólica y fotovoltaica. En el periodo de contracción de la economía española y andaluza se mantiene el crecimiento del consumo eléctrico con energías renovables, mientras que desciende el de gas natural. El sistema de retribución a las energías renovables mediante “primas” fue la principal medida adoptada para la promoción de fuentes renovables, que si bien fue suficiente para las tecnologías eólica, fotovoltaica y termosolar, no tuvo la misma repercusión sobre la biomasa (de Gregorio, 2015). Un análisis input-output sobre la economía española muestra como la generación con biomasa tiene un mayor impacto sobre la economía española que la generación con gas natural (Colinet et al., 2014), no obstante esta fuente energética no tuvo un buen desarrollo en el periodo analizado (IDAE, 2011; REE, 2013).

4.6. Conclusión y recomendaciones para la política energética y económica

La aplicación del método de descomposición aditiva LMDI-I del consumo de energía final en España y Andalucía en el periodo 2000 – 2013 nos permite concluir que existe un acoplamiento entre crecimiento económico en España y consumo de energía final. En estos años se observa este comportamiento en un primer subperiodo, 2000-2007 marcado por un fuerte crecimiento económico y de consumo de energía y un segundo donde se observa la situación contraria. La intensificación de medidas de política energética, basadas en la eficacia de las mismas, que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética de los sectores industrial y residencial se considera muy relevante para cambiar esta tendencia de la economía española.

Por otro lado, el efecto productividad ha sido clave a la hora de reducir el consumo de energía. Se considera que ahondar en las políticas y medidas que mejoren la productividad, además de la importante repercusión que tiene sobre la competitividad de la economía española también contribuye a reducir el consumo de

energía de los sectores productivos. En el periodo de crisis económica la mejora de la productividad ha permitido, entre otras cosas, reducir nuestra dependencia económica y por lo tanto reducir el déficit de la balanza económica de la factura energética española, ya que este efecto ha incidido en la disminución del consumo de todas las fuentes energéticas.

Los resultados obtenidos al diferenciar la intensidad energética desde una perspectiva macroeconómica y desde otra física, nos lleva a concluir que es necesario potenciar las políticas de mejora de la eficiencia energética en el marco de las nuevas planificaciones energéticas, fundamentalmente aquellas dirigidas a los sectores económicos (industria, construcción, servicios y primario) y residencial, sin olvidar el sector transporte (privado y no privado) debido a su importante consumo de energía, fundamentalmente derivados del petróleo que representan gran parte de la dependencia energética externa española y andaluza. En esta línea de acción, se considera que es aconsejable ahondar en otras vías de promoción del ahorro y la eficiencia energética, distintas a la subvenciones a la inversión, caso de la fiscalidad energética y ambiental, o la financiación a través de fondos eficiencia energética u otros mecanismos.

Por otro lado hemos observado la importante influencia de la estructura económica sobre el consumo de energía, existiendo una evolución en España y Andalucía hacia un incremento muy importante del sector servicios. Por lo tanto se considera que la industria española debe alcanzar cuotas más elevadas en la estructura económica y energética española y por otro lado se debe avanzar hacia una industria competitiva más especializada en sectores de alto valor tecnológico, en este orden de cosas la apuesta por la I+D+i industrial, la apertura hacia nuevos mercados y la captación de inversiones son pilares básicos.

En nuestro estudio hemos utilizado como parámetro físico de la actividad el número de horas anual trabajadas, debido a la disponibilidad de datos homogéneos de los distintos sectores económicos existentes en las estadísticas económicas, aun siendo

conscientes de que este parámetro puede tener influencias del mercado de trabajo en España en estos años. Por lo tanto, recomendamos que las estadísticas económicas incorporen parámetros de descripción física de los sectores de actividad económica, especialmente del sector industrial. Como consecuencia las estadísticas energéticas deberían incorporar indicadores energéticos específicos estandarizados y normalizados relacionados con cada uno de los procesos productivos, para poder así medir mejor la eficiencia energética de la economía.

En línea a la anterior consideración y al objeto de potenciar las posibilidades de análisis y aplicación de la metodología LMDI-I, también sería conveniente que las estadísticas energéticas desagregaran el consumo de energía residencial atendiendo a distintos niveles de renta per cápita. Así se podría analizar qué efectos determinan los cambios en el consumo de energía por niveles de renta, y por lo tanto se propiciaría la adopción de medidas selectivas. Esta opción sería muy conveniente, por ejemplo a la hora de analizar el consumo de energía de la población que sufre la llamada “pobreza energética” y adoptar las mejores medidas, de índole económico-social o de mejoras de la eficiencia energética de los hogares y sus instalaciones, que posibilitaran paliarla.

4.7. Bibliografía capítulo 4

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2004). Datos energéticos 2003

Agencia Andaluza de la Energía, AAE (2015) INFO_ENERGÍA
<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/info-web/loginController> (Consultado 15/11/2015).

Andrés, L., Padilla, E. (2015). Energy intensity in road freight transport of heavy goods vehicles in Spain. *Energy Policy*, 85, 309-321.

Ang, B.W. (1995). Multilevel decomposition of industrial energy consumption. *Energy Economics*, 17, 39 – 51.

Ang, B.W. (2004). Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? *Energy Policy*, 32, 1131 – 1139.

- Ang, B.W. (2005). The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. *Energy Policy*, 33, 867 – 871.
- Ang B.W. (2015). LMDI decomposition approach: A guide for implementation. *Energy Policy*, 86, 233-238
- Ang, B.W., Liu, F.L. (2001). A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy* 26, 537 – 548.
- Ang, B.W., Mu, A.R., Zhou, P. (2010). Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends. *Energy Economics* 32, 1209-1219.
- Ang, B. W., Su, B., Wang, H. (2016). A spatial–temporal decomposition approach to performance assessment in energy and emissions. *Energy Economics*, 60, 112-121.
- Arocena, P., Gómez-Plana, A. G., & Peña, S. (2016). A Decomposition of the Energy Intensity Change in Spanish Manufacturing. In *Advances in Efficiency and Productivity* (pp. 365-390). Springer International Publishing.
- Belzer (2014). A Comprehensive System of Energy Intensity Indicators for the U.S.: Methods, Data and Key Trends. U.S. Department of Energy.
- Colinet, MJ, Cansino, JM, González-Limón, JM y Ordóñez, M. (2014). Toward a less natural gas dependent energy mix in Spain: Crowding-out effects of shifting to biomass power generation. *Utilities Policy*, Num. 31, pp. 29-35.
- Colinet, M. J., Román, R. (2015). LMDI decomposition analysis of energy consumption in Andalusia (Spain) during 2003–2012: the energy efficiency policy implications. *Energy Efficiency*, 1-17.
- Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, CEDT (2003). Plan Energético de Andalucía 2003 – 2006 (PLEAN).
- Consejería de Empleo, Empresa y Comercio CEEC (2015). Estrategia Energética de Andalucía, 2020.
- Consejería de Innovación Ciencia y Empresa, CICE (2007). Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007 – 2013 (PASENER).
- De Gregorio (2015). Tesis: “Valorización energética de biomásas en el marco de la política energética española. Incentivos económicos-financieros y políticos, aportación de valor añadido y prospectiva estratégica de desarrollo”. Universidad Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/39586/1/MARGARITA_GREGORIO_RODRIGUEZ.pdf (Consultada 29/12/2016)
- Dirección General de Tráfico, DGT (2016), Parques de vehículos. Tablas e informes. <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/2014/> (Consultado 14/11/2016).
- European Commission (2009). Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end use efficiency and energy services. <https://www.energy-community.org/pls/portal/docs/906182.PDF>

- European Commission (2010). Communication from the European Commission. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth COM (2010) 2020 final.
- European Commission. (2011). Energy Roadmap 2050. COM (2011) 885 final.
- European Commission (2014). A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. COM (2014) 15 final
- Eurostat (2016). Energy Balances. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> (consultado 7/02/2016)
- Fragkos, P., Tasios, N., Paroussos, L., Capros, P., & Tsani, S. (2017). Energy system impacts and policy implications of the European Intended Nationally Determined Contribution and low-carbon pathway to 2050. *Energy Policy*, 100, 216-226.
- González, P. F. (2015). Exploring energy efficiency in several European countries. An attribution analysis of the Divisia structural change index. *Applied Energy*, 137, 364-374.
- González, P. F., Landajo, M., Presno, M. J. (2013). The Divisia real energy intensity indices: evolution and attribution of percent changes in 20 European countries from 1995 to 2010. *Energy*, 58, 340-349.
- González, P., Landajo, M., Presno, M. J. (2014). Multilevel LMDI decomposition of changes in aggregate energy consumption. A cross country analysis in the EU-27. *Energy Policy*, 68, 576-584.
- González, P. F., Moreno, B. (2015). Analyzing driving forces behind changes in energy vulnerability of Spanish electricity generation through a Divisia index-based method. *Energy Conversion and Management*, 92, 459-468.
- González, P. F., Suárez, R. P. (2003). Decomposing the variation of aggregate electricity intensity in Spanish industry. *Energy*, 28(2), 171-184.
- Hospidio L., Moreno-Galbis E. (2015). The Spanish productivity puzzle in the great recession. Banco de España. Documentos de trabajo nº 1501.
- IDAE (2011). Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020. Anexo. Madrid IDAE, 2016. Balance de Energía 1990-2012 www.idae.es (consultado 1/03/2014).
- IDAE (2016). Balance de Energía 1990-2013 www.idae.es Consultada 29/01/2016.
- IECA (2015). Contabilidad Regional Anual de Andalucía. Base 2010. Serie 1995-2014. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/craa/index.htm> (Consultado 1/12/2015)
- INE (2016a). Contabilidad Nacional de España. Base 2010 www.ine.es Consultada 31/01/2016
- INE (2016b). Principales series de población desde 1998. www.ine.es Consultada 31/01/2016

- INE (2016c). Encuesta población activa. <http://www.ine.es/> Consultada 31/01/2016
- International Energy Agency, IEA (2016). Glossary: energy intensity. <http://www.iea.org/aboutus/glossary/e/> Consultado 19/02/2016
- Jefatura de Estado (2007). Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. BOE, 275, pp. 46962 - 46987
- Jefatura de Estado (2011). Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. BOE, 55, 25033 - 25235
- Marrero, G.A., Ramos-Real, F.J. (2008). La intensidad energética en los sectores productivos en la UE-15 durante 1991 y 2005. ¿Es el caso español diferente? Colección estudios económicos, <http://www.fedea.es>.
- Marrero, G. A., Ramos-Real, F. J. (2013). Activity sectors and energy intensity: Decomposition analysis and policy implications for European countries (1991–2005). *Energies*, 6(5), 2521-2540.
- Mendiluce M. (2007). Cómo afectan los cambios estructurales a la intensidad energética en España. *Ekonomiaz*, 65, 362 – 385.
- Mendiluce, M. (2012). Los determinantes del consumo energético en España ¿Se ha mejorado la eficiencia energética? *Papeles de economía española*, 134, 196 – 210.
- Mendiluce, M. (2013). “Los determinantes del consumo energético en España: ¿se ha mejorado la eficiencia energética?”, Monográfico sobre Energía, *Papeles de Economía Española (FUNCAS)*.
- Mendiluce, M; Pérez-Arriaga, I. C., Ocaña (2010). Comparison of the Evolution of Energy Intensity in Spain and in the EU15. Why is Spain Different? *Energy Policy*, 38 (1), 639-645.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, MCT (1999). Plan de Fomento de las Energías Renovables para el periodo 2000-2010.
- Ministerio de Economía, ME (2003). Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012.
- Ministerio de Fomento, MF (2013). Evolución de los indicadores económicos y sociales del transporte terrestre
- Ministerio de Fomento, MF (2015). Los transportes y las infraestructuras.
- Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, MHAP (2016). Tributación Autonómica <http://www.minhap.gob.es/es-ES/Areas%20Tematicas/Financiacion%20Autonomica/Paginas/Tributacion-autonomica-medidas-2016.aspx> (Consultada 18/07/2016)
- Ministerio de Industria Energía y Turismo, MINETUR (2013). Agenda para el fortalecimiento del sector industrial en España
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR (2014). Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020

- Ministerio de Industria Tecnología y Comercio, MITC (2011). Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020
- Ministerio de Industria Turismo y Comercio, MITC (2005), Plan de Energías Renovables 2005-2010.
- Ministerio de la Presidencia (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. BOE, 89 pp. 27548 – 27562.
- Ministerio de Vivienda (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE, 74 pp. 11816-11831.
- OCDE (2015). “Evaluación del desempeño ambiental en España”
- Odysse-Mure (2016). Índice ODEX. <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/> (Consultado 03/10/2016)
- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. *Energy policy*, 24(5), 377-390.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., Velázquez, D. (2013). Revisiting energy efficiency fundamentals. *Energy Efficiency*, 6(2), 239-254.
- Proskuryakova, L., Kovalev, A. (2015). Measuring energy efficiency: Is energy intensity a good evidence base?, *Applied Energy*, 138, 450-459.
- REE (2000). Informe Sistema Eléctrico 2000.
- REE (2013). Informe Sistema Eléctrico 2013.
- Stanton, T. (2015). Getting the signals straight: modeling, planning and implementing non-transmission alternatives. National Regulatory Research Institute.
- United Nations (2015). Decisions adopted by the Conference of the Parties. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf> Consultado 23/02/2016
- Xu (2013). Thesis “Index decomposition analysis of energy consumption and carbon emissions: some methodological issues”. National University of Singapore.
- Xu, X. Y., Ang, B. W. (2014). Analysing residential energy consumption using index decomposition analysis. *Applied Energy*, 113, 342-351.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones para la política energética española y andaluza

Los resultados alcanzados en los capítulos tercero y cuarto nos muestran, en el caso de España, que el leve incremento del consumo de energía final (sin incluir los usos no energéticos) en el periodo 2000-2013 ha estado motivado principalmente por un crecimiento de la actividad económica y del transporte privado, contrarrestado en parte por la variación de la estructura de la economía española y por el efecto intensidad.

En concreto, el efecto intensidad, definido macroeconómicamente, contribuye a la reducción del consumo de energía tanto en el método SDA como en el LMDI-I. La aplicación de ambos métodos de descomposición ha permitido a su vez identificar la relevancia e interés de los mismos. De esta forma, el análisis LMDI-I realizado en el subperiodo de crecimiento económico (2000-2007) da como resultado valores del efecto intensidad sectorial (definición macroeconómica) sensiblemente inferiores a los obtenidos en el análisis SDA para el periodo 2000-2008. La razón principal de esta diferencia se encuentra en la definición en ambos métodos de la intensidad energética, en el caso del LMDI-I esta es energía consumida entre VAB sectorial (intensidad macroeconómica) y en el SDA energía consumida entre unidad de output producido.

Por otra parte, la descomposición de los cambios en el consumo de energía con el método LMDI-I, incorporando la intensidad energética física y la inversa de la productividad laboral, nos ha permitido detectar que la mejora de la productividad española es la que ha favorecido la reducción del consumo de energía, mientras que únicamente se ha mejorado la intensidad física del transporte privado.

Por su parte, Andalucía experimenta una situación similar a la española, en cuanto a que la actividad económica es determinante del crecimiento del consumo de energía del periodo. A diferencia de lo que ocurre para España, la evolución de la

productividad laboral andaluza no permite reducir el consumo de energía. A su vez, un hecho diferencial de Andalucía respecto a España en el segundo subperiodo (2008-2013), es la reducción del consumo de energía debido al efecto intensidad sectorial, mientras que se incrementa el consumo debido al efecto intensidad residencial.

Ambos métodos de descomposición (SDA y LMDI-I) muestran resultados similares en el caso del comportamiento del efecto intensidad sectorial, residencial y del transporte privado (definido este efecto en el método LMDI-I según parámetros macroeconómicos). En el caso del efecto actividad, el método LMDI-I muestra que el crecimiento de la economía española ha sido responsable de un importante aumento del consumo de energía, mientras que por el método SDA llegamos a similares conclusiones a través del análisis conjunto de los efectos nivel de vida, población, y número de vehículos. Igualmente se observa una similitud en el comportamiento del efecto estructura del método LMDI-I con el de Leontief o tecnológico del SDA.

Por otra parte, para el segundo de los subperiodos (2008-2013), en el que se ha aplicado únicamente el método LMDI-I, la contracción de la economía española y andaluza provocan una reducción muy importante del consumo de energía. Asimismo, se observa que la mejora de la productividad ha incidido igualmente en la disminución del consumo de energía, y por el contrario, el nivel de vida residencial y transporte privado ha provocado un aumento del consumo de energía. El efecto intensidad, tanto en su versión macroeconómica como en la física, contribuye a reducir la demanda de energía en los distintos sectores económicos y en el transporte privado. En el caso del sector residencial y para el caso de España, el efecto intensidad macroeconómico incrementa el consumo de energía, mientras que el efecto intensidad física lo reduce. En Andalucía, el efecto intensidad tiene resultados prácticamente nulos sobre el consumo.

En cuanto al análisis efectuado por fuentes energéticas, tanto con el método SDA como LMDI-I, se observa que el incremento de productos petrolíferos se debe

principalmente a un incremento del nivel de vida relacionado con el aumento del número de vehículos privados en el periodo, tanto para España como Andalucía. En cuanto al incremento del consumo de gas natural y de las energías renovables, se deben en gran medida al crecimiento de la actividad económica (VAB, nivel de vida, población, etc.) y de la intensidad energética sectorial. Respecto a la energía nuclear y el carbón, se produce un descenso de su consumo en el periodo, estando explicado en los dos métodos de descomposición, por el efecto intensidad sectorial.

El efecto intensidad nos ha permitido valorar la contribución de las distintas medidas adoptadas en el ámbito de la política energética para mejorar el consumo de energía de España y Andalucía. Llegamos a la conclusión de que los programas de ayudas públicas para la adopción de medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética en la industria, junto con los planes de movilidad urbana y de transporte para empresas son las medidas que han contribuido más a la reducción del consumo de energía. Por el contrario, los destinados a la mejora de la eficiencia energética en el sector residencial, son los que han tenido un menor impacto. En general, todas estas medidas se corresponden con subvenciones a la inversión en equipos e instalaciones.

En el caso de las energías renovables, las medidas que principalmente se han utilizado y que han favorecido el gran despegue de esta energía en el periodo analizado, son medidas regulatorias y en concreto, el sistema de retribución denominado “primas” a la generación de energía eléctrica a partir de estas fuentes energéticas. A su vez, este sistema se ha visto complementado por medidas tales como la exención fiscal a los biocarburantes y las subvenciones a la inversión en instalaciones para la producción de calor a partir principalmente de energía solar térmica o biomasa. No obstante, el efecto sobre el consumo de las energías renovables de estas últimas medidas ha sido menor.

A raíz de los resultados alcanzados, consideramos que las siguientes recomendaciones facilitarían la optimización del consumo de energía e incidirían

favorablemente en la economía. Se estima imprescindible actuar en cuatro campos, que serán desarrollados en los párrafos siguientes:

1. Desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía.
2. Cambio conductual en el uso de la energía.
3. Evaluación y monitorización de los consumos de energía.
4. Compromiso político-social, legislación y procedimientos administrativos.

El desacoplamiento del crecimiento económico con el consumo de energía se debe convertir en pieza angular de la política energética y económica española. El incremento de la eficiencia energética y la cultura del ahorro energético son básicos para conseguirlo, favoreciendo así un incremento de la competitividad de la economía española. Los resultados obtenidos relativos al efecto intensidad nos permiten recomendar que es necesario, en los sectores económicos y en los hogares, incrementar la eficiencia energética. Por otro lado, los efectos relacionados con el nivel de vida nos indican que es imprescindible provocar un cambio conductual en el uso de la energía, al objeto de que un incremento de la población o de los automóviles no tenga una repercusión directa sobre el crecimiento del consumo de energía. Igualmente hemos visto, a través del efecto productividad, que la mejora de este parámetro incide en la reducción del consumo de energía, por lo tanto, es imprescindible la continua mejora de la productividad y el desplazamiento de la actividad productiva hacia aquellos sectores más competitivos y con una mayor aportación a la economía española y andaluza.

En el periodo 2000-2013, la principal herramienta de la política energética española utilizada para el incremento de la eficiencia energética ha sido la concesión de subvenciones a la inversión en proyectos destinados a los distintos sectores productivos, las administraciones o los ciudadanos. Se recomienda profundizar en otros mecanismos, que por un lado pudieran ser más efectivos y por otro lado, supusieran un menor gasto en cuanto a los fondos públicos empleados en los programas de ayudas. En este orden de cosas, se considera que los sistemas de

acuerdos voluntarios entre las distintas entidades y la administración, así como la implantación de una política fiscal que fomente la realización de actuaciones para el incremento de la eficiencia energética e innovadores esquemas de financiación son caminos aún por desarrollar en nuestra economía.

También es interesante ahondar en soluciones ya implantadas en otros países, caso por ejemplo el llamado “Non-Wires Solutions”, mediante las cuales se analizan medidas de mejora de la demanda energética mediante incremento de la eficiencia energética, el uso de energías renovables, el almacenamiento energético o las redes inteligentes, previamente a la decisión de construcción de nuevas infraestructuras de distribución o transporte de energía eléctrica y por lo tanto, consiguiendo reducir las necesidades en inversiones de nuevas infraestructuras.

Los acuerdos voluntarios permitirían planificar a medio plazo la consecución de objetivos de mejora energética, estableciendo los mecanismos de ayuda idóneos para cada sector económico y tipo de proyecto, consiguiendo así una mayor eficacia en cuanto a la participación de la administración mediante el desarrollo normativo adecuado, el aporte de fondos públicos u otros recursos. Asimismo, los acuerdos voluntarios serían una buena herramienta para detectar aquellos campos de acción donde es necesario incrementar las políticas de I+D+i por existir una brecha tecnológica, o bien las necesidades de regulación.

Consideramos que en el ámbito de las empresas y de las administraciones públicas, la gestión energética debe incorporarse a los distintos sistemas de gestión ya consolidados (calidad, medioambiente, etc.). En este sentido la implantación paulatina de la norma ISO 50.001 (Norma sobre sistemas de gestión de energía), se convierte en un buen aliado para la mejora de la eficiencia energética.

En base a los resultados obtenidos en el análisis SDA para las *Administraciones públicas*, se recomienda que las distintas administraciones existentes en el Estado español (Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Entidades Locales) sigan las directrices marcadas por la Unión Europea y establezcan

obligaciones para la renovación energética de todas sus instalaciones y edificios. Se recomienda que se dispongan normas que permitan mejorar la calificación energética de los edificios, la incorporación de sistemas TICs que posibilite la gestión energética de las instalaciones, así como la implantación de la norma ISO 50.001, como ya se ha indicado en el párrafo anterior. Igualmente es necesario asegurar el funcionamiento óptimo de las instalaciones, en cuanto a su uso y estado de mantenimiento, al objeto que se garantice una elevada eficiencia energética de las mismas. En cuanto al transporte, las administraciones deberían aplicar criterios de eficiencia energética en la planificación del mismo, optando por aquellos sistemas de menor impacto ambiental y más elevada eficiencia energética (favorecer el transporte público, sistemas ligeros de transporte, peatonalización de las ciudades, vehículos eléctricos y de gas natural vehicular, etc.).

Asimismo, recomendamos seguir avanzando en el establecimiento de un marco fiscal energético-ambiental en España y sus Comunidades Autónomas. Las medidas fiscales deberían ir dirigidas a gravar el uso de la energía (caso de establecimiento de un tipo impositivo sobre el CO₂ producido), establecer impuestos diferenciados para las distintas fuentes energéticas en función de su impacto ambiental y el grado de autoabastecimiento energético que representan para la economía española o también implementar desgravaciones fiscales por proyectos de mejora energética o medioambiental sobre diferentes impuestos (IRPF o sociedades). En cualquiera de estas formas, u otras, las medidas fiscales no debieran tener un carácter puntual en el tiempo y su cuantía debería ser suficientemente relevante para favorecer la adopción de medidas de mejora energética y del medio ambiente.

Igualmente interesante es facilitar esquemas de financiación basados en las empresas de servicios energéticos. Es recomendable que la Administración Pública, en sus instalaciones y edificios apueste, por este sistema ya que asegura, por un lado la financiación de las inversiones y por otro, los resultados en cuanto a una elevada eficiencia energética de los proyectos acometidos bajo esta figura. La financiación de proyectos energéticos mediante esquemas ya experimentados en otros sectores,

caso del crowdfunding, crowdlending, renting o leasing es una oportunidad para la mejora de la eficiencia energética. En este sentido, es imprescindible que los programas de subvenciones y fondos de inversión públicos, sean compatibles con estos esquemas financieros, por otro lado ya regulados por la normativa española.

Respecto a las energías renovables, en este periodo se establecieron un gran número de medidas. Considerándose que sin lugar a dudas muchas de ellas repercutieron en el avance de estas fuentes en la estructura energética española y andaluza. Se recomienda que se incida especialmente en medidas que aumenten la competitividad de las tecnologías renovables, al objeto de posibilitar una mayor implantación y, sobre todo, convertirse en alternativas energéticas indiscutibles por sus ventajas económicas, ambientales y sociales. Por ello se considera que las acciones en favor del I+D+i deben tener mayor protagonismo, además de establecer otros mecanismos como los ya indicados para la mejora de la eficiencia energética (acuerdos voluntarios o fiscalidad favorable y apropiada).

Ya hemos comentado como la mejora de la productividad laboral es esencial en la reducción del consumo de energía de las actividades económicas. En este sentido hay que incidir sobre la adopción de medidas que favorezcan el uso de tecnologías productivas más eficientes, fundamentalmente mediante una apuesta por el I+D+i. Igualmente necesario es incrementar la cultura empresarial española, apostando por la formación de directivos y trabajadores, así como la promoción de los sistemas de gestión empresarial al objeto que también las pymes y micro empresas accedan a los mismos o la racionalización de los esquemas productivos y de trabajo (jornada y condiciones laborales, sistemas de incentivos y motivación del personal, etc.).

Por otro lado hemos visto que los efectos de población, número de vehículos privado y nivel de vida son factores impulsores del crecimiento del consumo de energía en España y Andalucía. En consecuencia, se considera relevante actuar en la implementación de medidas especialmente relacionadas con el uso de la energía por parte de los hogares. La información y formación, mediante campañas de publicidad

y concienciación, sobre las mejores tecnologías energéticas disponibles (iluminación, electrodomésticos y climatización) y un correcto uso de las mismas incidiría en una disminución importante del consumo de energía. También estas campañas mitigarían ciertos fallos de mercado debido a asimetrías de la información y/o problemas de agente-principal. Las tecnologías de gestión TIC (tecnologías de información y comunicación) permiten gestionar mejor nuestro consumo de energía, por lo que es aconsejable su difusión y promoción. Estas tecnologías posibilitan además que se pueda hacer una gestión activa de la demanda, con la consiguiente repercusión sobre la factura energética de los usuarios. En paralelo, es necesario avanzar hacia un cambio conductual mediante medidas que favorezcan las formas de desplazamiento colectivas, el uso de la bicicleta, los vehículos ligeros eléctricos o las zonas peatonales. También es imprescindible involucrar a los ciudadanos en un mayor uso colectivo de la energía, intensificando los sistemas de climatización en distritos junto con un fortalecimiento de los sistemas de autoconsumo energético, que permita establecer un sistema energético más distribuido, participativo y seguro.

En este sentido la gestión inteligente de la energía, denominada Smart energy, permitirá a los ciudadanos hacer un mejor uso de la energía y de su gestión económica en los espacios urbanos y rurales, en el transporte, en las empresas, en la agricultura, así como en el resto de actividades económicas. Este concepto de gestión energética se traduce en una mayor eficiencia en las redes eléctricas (Smart grid), en la gestión colectiva de recursos en las ciudades (Smart city), en la gestión inteligente de la movilidad (Smart Mobility), en una gestión más eficaz de las zonas rurales y sus actividades económicas (Smart Agro) o en la gestión y control del consumo energético (Smart meter). Como desarrollo de este último concepto, se considera necesario desarrollar en España las recomendaciones de la Unión Europea en cuanto a la disponibilidad por parte de todos los usuarios de información a tiempo real de sus consumos de energía y el precio horario de la energía, para facilitar una gestión activa de la demanda y posibilitar un mayor ahorro de energía.

La consecuencia de estas dos primeras recomendaciones: “desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía” y “cambio conductual en el uso de la energía”, serán la disminución de nuestra demanda energética y reducción del uso energético de fuentes fósiles (petróleo, gas natural y carbón). Además se producirá una mejora de la eficiencia energética, se desarrollarán nuevas tecnologías y materiales (autoconsumo, vehículo eléctrico, almacenamiento energético, aislamientos, cerramientos, etc.) y se incrementará el uso de energías renovables, permitiendo así disminuir nuestra demanda energética. Esta situación contribuirá a cumplir los compromisos de España en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, además de disminuir nuestras necesidades de importación de combustibles de terceros países permitiendo reducir nuestra dependencia energética, objetivo éste de la política energética española y andaluza como hemos visto.

Asimismo, el conocimiento de las principales causas de las variaciones del consumo de energía en un periodo posibilita reorientar las políticas energéticas y optimizar sus efectos en un medio plazo. En este sentido, se considera el método de descomposición de media logarítmica (LMDI-I) muy útil, debido a la sencillez de su aplicación, los datos necesarios, que en general y en función de la descomposición realizada, están disponibles en las estadísticas energéticas españolas y lo descriptivo de sus resultados. Por otro lado, si bien el método LMDI-I permite un análisis óptimo con carácter anual, es recomendable realizar estudios sectoriales de más detalle con una cierta periodicidad a través de análisis de descomposición estructural (SDA).

En este orden de cosas, la descomposición en factores necesita disponer de información precisa proveniente de las estadísticas oficiales que aseguren el rigor de las conclusiones obtenidas. Por este motivo, el análisis se enriquece cuando se dispone de datos de consumo de energía desglosados de las distintas ramas de actividad y de los hogares. También es recomendable el uso de variables físico-termodinámicas para el análisis de la intensidad energética. El sector industrial en

España y Andalucía carece de esta información relevante que posibilitaría profundizar en mayor medida en el análisis de la eficiencia energética.

Por otra parte, el estudio realizado ha requerido disponer de datos de consumo energético fiables, ya que los resultados obtenidos en ambos métodos de análisis presentan una alta sensibilidad al consumo de energía. Se observa que ha sido necesario recurrir a diversas fuentes bibliográficas para estos datos. Sería deseable que el Instituto Nacional de Estadística publicara anualmente el balance de energía según metodología Eurostat para España y cada Comunidad Autónoma. Esto facilitaría la realización de análisis de consumo energético mediante técnicas de descomposición u otros métodos de análisis, asegurando la fiabilidad de los resultados y permitiendo hacer un estudio comparativo de los mismos.

Hemos dejado en último lugar, aun siendo la más importante por considerarse la base del resto de medidas, las acciones de tipo político y social. Consideramos que es imprescindible no sólo contar con un cuerpo legislativo adecuado para el impulso de la eficiencia energética, sino que a la vez exista un compromiso político y social para su desarrollo a largo plazo. El Acuerdo alcanzado en la Conferencia de París, junto con el conjunto de normas y Directivas comunitarias representan un compromiso a nivel supranacional, pero es imprescindible trasladarlo al ámbito nacional, regional y local, y más aún a cada uno de los ciudadanos. El conjunto de la sociedad debe ser partícipe del desarrollo de estos acuerdos y tener conocimiento de los efectos y resultados alcanzados sobre el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. En relación a este último fin, se considera que las metodologías de descomposición empleadas en este trabajo permiten obtener información para ser difundida entre la población.

Igualmente se estima que la mejora del medioambiente requiere un elevado grado de resiliencia por parte de las administraciones, ya que ésta debe dar respuesta rápida mediante los mecanismos legales, a los efectos del cambio climático, las innovaciones tecnológicas que surgen en el mercado y las exigencias de los

ciudadanos que optan por un sistema energético de menor impacto ambiental. En este sentido, en diferentes ocasiones, las directivas europeas, así como otros comunicados de la Comisión, inciden en la necesidad de que los procedimientos administrativos establecidos no sean un escollo y realmente sirvan para impulsar la mejora energética.

En definitiva, es necesario adoptar un conjunto amplio de actuaciones que propicien un marco adecuado para una mejora y optimización continua de la eficiencia energética, que contribuya a un sistema energético más limpio, permitiendo lograr la descarbonización de nuestra economía sin menoscabar las posibilidades de crecimiento económico.

ANEXOS

Anexo A. Relación de publicaciones y trabajos

Publicaciones científicas:

- Colinet, MJ, Cansino, JM, González-Limón, JM y Ordóñez, M. (2014). Toward a less natural gas dependent energy mix in Spain: Crowding-out effects of shifting to biomass power generation. *Utilities Policy*, Num. 31, pp. 29-35.
- Colinet, M. J., y Román, R. (2015). LMDI decomposition analysis of energy consumption in Andalusia (Spain) during 2003–2012: the energy efficiency policy implications. *Energy Efficiency*, 1-17.

Trabajos presentados reuniones científicas nacionales e internacionales:

- Colinet M.J., Román, R. (2014). Análisis de las causas de la evolución de la eficiencia energética en España y Andalucía en los años 2000-2008. IV Workshop de la Sociedad Hispano Americana de Análisis Input-output. Albacete 25-26 septiembre.
- Colinet M.J., Román, R. (2015). Structural decomposition analysis of energy consumption by productive sectors in Spain: 2000-2008. VII Workshop on energy economics and public policies evaluation. Sevilla, 10 junio.
- Román, R., Colinet M.J. (2015). Energy efficiency policy implications for Spain: analysis of Spanish final energy consumption through input-output decomposition analysis. VI Jornada de Análisis Input-output. Barcelona, 7-8 septiembre.
- Colinet M.J., Román, R. (2016). Main drivers of energy consumption changes in Spain and Andalucía: An LMDI decomposition analysis. VIII Workshop on energy economics and public policies evaluation. Sevilla, 8-9 junio.
- Román R. (2017). Influence of Productivity and Living Standard in Energy Consumption in Spain: LMDI approach. V International Academic Symposium. Universidad de Barcelona, 7 febrero.

Publicaciones en revistas de divulgación económica y cultura empresarial:

- Colinet MJ (2016). La energía inteligente devolverá el poder al usuario. Agenda de la Empresa, 210 pp. 56-57.
- Colinet MJ (2016). La gestión energética en el eje de la competitividad. Agenda de la Empresa, 209 pp. 23.

Anexo B. Determinación de la matriz IN

Dado que para todas las ramas de actividad analizadas no existen datos de consumo de energía final, ha sido necesario estimarlos para el caso de España, de forma indirecta a partir de los datos disponibles de emisiones de CO₂ para el año 2000 y 2008.

En concreto, para el año 2000 y 2008 se disponen de datos de consumo de energía final de 26 sectores de producción (tabla B.3 y B.4), 23 proveniente del balance de energía final de España (IDAE, 2014) y 3 del sector de transformación de la energía (Eurostat, 2002 y 2011). Por otra parte, los datos de emisiones de CO₂ para el año 2000 están disponibles para 52 sectores de producción (tabla B.2) (INE, 2014a) y para el año 2008, los datos de emisiones de CO₂ se corresponden con 63 sectores de producción (Tabla B.3) (INE, 2014b).

Para lograr la correspondencia entre los datos de consumo de energía y las emisiones de CO₂ por ramas de actividad, para los años 2000 y 2008, en primer lugar se ha realizado una correspondencia entre las 26 sectores de producción (*i*) para las que disponemos de datos de consumo de energía y las 52 ramas de actividad (*j*) para las que existen datos de emisiones en 2000 y por otra parte, se ha realizado una asociación entre las 26 sectores (*i*) que se tienen datos disponibles de consumo y las 63 ramas de actividad para las que existen datos de emisiones en 2008 (*m*) (ver Tabla B.1).

Una vez realizada esta doble correspondencia, se ha procedido a calcular un factor de conversión para cada año $f_{ECO_2}^{2000}$ y $f_{ECO_2}^{2008}$ los cuales miden el consumo de energía de un sector (*i*) por las emisiones de CO₂ totales de ese sector (ktep/tCO₂), como muestra la ecuación (1.B). Las emisiones totales de cada sector *i* se corresponden con la suma de las emisiones de cada uno de las ramas de actividad *j* (año 2000) y *m* (año 2008) que han sido asociados a un sector *i*.

$$f_{ECO_2}^{2000} = \frac{e_i}{\sum CO_{2j}} \quad (1.B)$$

$$f_{ECO_2}^{2008} = \frac{e_i}{\sum CO_{2m}}$$

Donde:

e_i : energía final consumida por el sector de producción i (ktep)

CO_{2j}/CO_{2m} : emisiones de CO_2 del sector de producción j año 2000 y m año 2008 (t CO_2)

Una vez los factores $f_{ECO_2}^{2000}$ y $f_{ECO_2}^{2008}$ son calculados, la energía final consumida (e_j y e_m) de cada rama de actividad (52 en el año 2000 y 63 en el año 2008) es calculada según la ecuación (2.B):

$$e_j = CO_{2j} * f_{ECO_2}^{2000} \quad (2.B)$$

$$e_m = CO_{2m} * f_{ECO_2}^{2008}$$

A partir de la relación establecida entre los sectores de la tabla simétrica y las tablas de emisiones (tabla B.1), se calcula el consumo de energía de cada una de las 73 (n) ramas de actividad. Para las n ramas de actividad en que existe una relación directa con una rama j (año 2000) ó m (año 2008) de la tabla de emisiones, el consumo de energía de la rama de actividad n será el correspondiente e_j ó e_m . Para las n ramas de actividad en que no existe correspondencia directa, se calculará el consumo de energía (e_n para el año 2000 y 2008) proporcional al valor de la producción de los n (x_n) sectores (tabla B.4 y B.5) relacionados según la ecuación 3.B:

$$e_n^{2000} = \frac{e_j}{\sum x_n} x_n \quad (3.B)$$

$$e_n^{2008} = \frac{e_m}{\sum x_n} x_n$$

En el caso de Andalucía, al no disponer de los datos de emisiones se realiza una relación (ver tabla B.6) entre las 73 ramas de actividad y los consumos de energía de 33 sectores de producción (tabla B.6). El consumo de energía de cada una de las 73 ramas de actividad se calculará proporcional al valor de la producción de las n (x_n) ramas de actividad (tablas B.7 y B.8), de forma análogo a la establecida en la ecuación (3.B) para España.

Tabla B. 1 Correspondencia entre las ramas de actividad a partir de los datos disponibles de consumo de energía y emisiones de CO₂ en 2000 y 2008 en España.

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS DISPONIBLES DE EMISIONES CO ₂ POR RAMA DE ACTIVIDAD		DATOS DISPONIBLE ENERGÍA
	2000	2008	2000 Y 2008
Agricultura, ganadería y caza	Agricultura, ganadería y caza	Agricultura, ganadería caza y servicios	Agricultura
Silvicultura y explotación forestal	Silvicultura y explotación forestal	Silvicultura y explotación forestal	
Pesca y acuicultura	Pesca	Pesca y acuicultura	
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	Antracita, hulla, lignito y turba	Industrias extractivas	Extractivas (no energéticas)
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	Crudos de petróleo, gas natural Antracita, hulla, lignito y turba		
Extracción de minerales metálicos	Extracción de minerales metálicos		
Extracción de minerales no metálicos	Extracción de minerales no metálicos		
Coquerías, refino y combustibles nucleares	Coquerías, refino y combustibles nucleares	Coquerías y refino de petróleo	Coquerías, refino y combustibles nucleares
Producción y distribución de energía eléctrica	Producción. y distribución electricidad., gas y vapor	Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	Producción y distribución de energía eléctrica
Producción y distribución de gas			Producción y distribución de gas
Captación, depuración y distribución de agua	Captación, depuración y distribución de agua	Captación, depuración y distribución de agua	Otras
Industria cárnica	Alimentos y bebidas	Industrias de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco	Alimentación ,Bebidas y Tabaco
Industrias lácteas			
Otras industrias alimenticias			
Elaboración de bebidas			
Industria del tabaco			
Industria textil	Industria textil	Industria textil, confección de prendas de vestir e industria del cuero y del calzado	Textil, Cuero y Calzado
Industria de la confección y la peletería	Industria de la confección y la peletería		
Industria del cuero y del calzado	Industria del cuero y del calzado		

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS DISPONIBLES DE EMISIONES CO ₂ POR RAMA DE ACTIVIDAD		DATOS DISPONIBLE ENERGÍA
	2000	2008	2000 Y 2008
Industria de la madera y el corcho	Industria de la madera y el corcho	Industria de la madera y el corcho	Madera, Corcho y Muebles
Industria del papel	Industria del papel	Industria del papel	Pasta, Papel e Impresión
Edición y artes gráficas	Edición y artes gráficas	Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	
Industria química	Industria química	Industria química Fabricación de productos farmacéuticos	Química
Industria del caucho y materias plásticas	Industria del caucho y materias plásticas	Fabricación de productos de caucho y plástico	
Fabricación de cemento, cal y yeso	Otros productos minerales no metálicos	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Minerales No Metálicos
Fabricación de vidrio y productos de vidrio			
Industrias de la cerámica			
Fabricación de otros productos minerales no metálicos			
Metalurgia	Metalurgia	Metalurgia, fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones	Metalurgia no férrea Siderurgia y Fundición
Fabricación de productos metálicos	Fabricación de productos metálicos	Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	Transformados Metálicos
Maquinaria y equipo mecánico	Maquinaria y equipo mecánico	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	Máquinas de oficina y equipos informáticos	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	Fabricación de material y material eléctrico	
Fabricación de material electrónico	Fabricación de material electrónico		
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	Otras
Fabricación de vehículos de motor y remolques	Fabricación de vehículos de motor y remolques	Fabricación de vehículos de motor, remolques y	Equipo Transporte

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS DISPONIBLES DE EMISIONES CO ₂ POR RAMA DE ACTIVIDAD		DATOS DISPONIBLE ENERGÍA
	2000	2008	2000 Y 2008
		semirremolques	
Fabricación de otro material de transporte	Fabricación de otro material de transporte	Fabricación de otro material de transporte	
Muebles y otras industrias manufactureras	Muebles y otras industrias manufactureras	Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras	Madera, Corcho y Muebles
Reciclaje	Reciclaje	Actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	Otras
Construcción	Construcción	Construcción	Construcción
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	Vehículos y reparación	Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas	Comercio, Servicios y Administraciones Públicas
Comercio al por mayor e intermediarios		Comercio al por mayor e intermediarios del comercio	
Comercio al por menor; reparación de efectos personales		Comercio al por menor Reparación e instalación de maquinaria y equipo	
Alojamiento	Hostelería	Servicios de alojamiento servicios de comida y bebida	
Restauración			
Transporte por ferrocarril	Transporte terrestre	Transporte terrestre y por tubería	Ferrocarril
Transporte terrestre y transporte por tubería			Carretera
Transporte marítimo	Transporte marítimo	Transporte marítimo y por vías navegables interiores	Marítimo
Transporte aéreo y espacial	Transporte aéreo y espacial	Transporte aéreo	Aéreo
Actividades anexas a los transportes	Actividades anexas a los transportes	Almacenamiento y actividades anexas a los transportes	Otros no especificados
Actividades de agencias de viajes			
Correos y telecomunicaciones	Correos y telecomunicaciones	Actividades postales y de correos Telecomunicaciones	
Intermediación financiera	Intermediación financiera	Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	Comercio, Servicios y Administraciones Públicas

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS DISPONIBLES DE EMISIONES CO ₂ POR RAMA DE ACTIVIDAD		DATOS DISPONIBLE ENERGÍA
	2000	2008	2000 Y 2008
Seguros y planes de pensiones		Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	
Actividades auxiliares		Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros	
Actividades inmobiliarias	Inmobiliarias y servicios empresariales	Actividades inmobiliarias	
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos		Actividades de alquiler	
Actividades informáticas		Reparación de ordenadores, efectos personales y artículos de uso doméstico	
Investigación y desarrollo		Investigación y desarrollo	
Otras actividades empresariales		Otras actividades profesionales, científicas y técnicas actividades veterinarias (7 sectores))	
Educación de mercado			Educación
Sanidad y servicios sociales de mercado	Otras actividades sociales y servicios	Actividades sanitarias Actividades de servicios sociales	
Saneamiento público de mercado		Actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	
Actividades asociativas de mercado		Actividades asociativas	
Actividades recreativas, culturales y deportivas		Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento (4 sectores)	
Actividades diversas de servicios personales		Otras actividades personales	
Administración pública	Administración pública	Administración pública y defensa seguridad social obligatoria	
Educación de no mercado	Educación	Educación	
Sanidad y servicios sociales de no mercado	Sanidad y servicios sociales	Actividades sanitarias Actividades de servicios sociales	

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS DISPONIBLES DE EMISIONES CO ₂ POR RAMA DE ACTIVIDAD		DATOS DISPONIBLE ENERGÍA
	2000	2008	2000 Y 2008
Saneamiento público de no mercado		Actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	
Actividades asociativas de no mercado	Otras actividades sociales y servicios	Actividades asociativas	
Actividades recreativas y culturales de no mercado		Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento (4 sectores)	
Hogares que emplean personal doméstico	Hogares que emplean personal doméstico	Actividades de los hogares como empleadores	

Fuente: Elaboración propia

Tabla B. 2 Cuentas satélite sobre emisiones atmosféricas. Serie 1990 y 1995-2003. Emisiones de CO₂ (miles toneladas)

	2000
(A)- Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	8.397
(A)- 01 Agricultura, ganadería y caza	8.296
(A)- 02 Silvicultura y explotación forestal	101
(B)- Pesca	3.143
(C)- Industrias extractivas	2.110
(C)- 10 Antracita, hulla, lignito y turba	1.078
(C)- 11 Crudos de petróleo, gas natural	361
(C)- 12 Minerales de uranio y torio	..
(C)- 13 Extracción de minerales metálicos	176
(C)- 14 Extracción de minerales no metálicos	495
(D)- Industrias manufactureras	97.394
(D)- 15 Alimentos y bebidas	5.018
(D)- 17 Industria textil	1.423
(D)- 18 Industria de la confección y la peletería	133
(D)- 19 Industria del cuero y del calzado	121
(D)- 20 Industria de la madera y el corcho	445
(D)- 21 Industria del papel	2.685
(D)- 22 Edición y artes gráficas	198
(D)- 23 Coquerías, refino y combustibles nucleares	20.300
(D)- 24 Industria química	6.890
(D)- 25 Industria del caucho y materias plásticas	128
(D)- 26 Otros productos minerales no metálicos	45.041
(D)- 27 Metalurgia	13.353
(D)- 28 Fabricación de productos metálicos	396
(D)- 29 Maquinaria y equipo mecánico	312
(D)- 30 Máquinas de oficina y equipos informáticos	7
(D)- 31 Fabricación de maquinaria y material eléctrico	98
(D)- 32 Fabricación de material electrónico	9

	2000
(D)- 33 Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	7
(D)- 34 Fabricación de vehículos de motor y remolques	222
(D)- 35 Fabricación de otro material de transporte	68
(D)- 36 Muebles y otras industrias manufactureras	223
(D)- 37 Reciclaje	317
(E)- Energía eléctrica, gas y agua	91.594
(E)- 40 Producción y distribución electricidad, gas y vapor	91.048
(E)- 41 Captación, depuración y distribución de agua	546
(F)- 45 Construcción	2.654
(G)- 50-52 Vehículos y reparación	5.236
(H)- 55 Hostelería	2.780
(I)- Transporte y comunicaciones	31.405
(I)- 60 Transporte terrestre	19.477
(I)- 61 Transporte marítimo	2.739
(I)- 62 Transporte aéreo y espacial	7.404
(I)- 63 Actividades anexas a los transportes	1.553
(I)- 64 Correos y telecomunicaciones	232
(J)- 65-67 Intermediación financiera	208
(K)- 70-74 Inmobiliarias y servicios empresariales	567
(L)- 75 Administración pública	743
(M)- 80 Educación	542
(N)- 85 Sanidad y servicios sociales	915
(O)- 90-93 Otras actividades sociales y servicios	1.004
(P)- 95 Hogares que emplean personal doméstico	..
TOTAL DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	248.692
HOGARES	55.292
TOTAL SUSTANCIA	303.984

Fuente: INE (2014a)

Tabla B. 3 Cuentas de Emisiones Atmosféricas para los años 2008-2011. Emisiones de CO2 (miles toneladas)

	2008
01: Agricultura, ganadería caza y servicios relacionados con la misma	8.078
02: Selvicultura y explotación forestal	122
03: Pesca y acuicultura	2.667
05-09: Industrias extractivas	2.553
10-12: Industrias de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco	6.962
13-15: Industria textil, confección de prendas de vestir e industria del cuero y del calzado	734
16: Industria de la madera y el corcho	905
17: Industria del papel	3.602
18: Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	255
19: Coquerías y refino de petróleo	16.453
20: Industria química	9.196
21: Fabricación de productos farmacéuticos	34
22: Fabricación de productos de caucho y plástico	864
23: Fabricación de otros productos minerales no metálicos	43.584
24: Metalurgia, fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones	14.402
25: Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1.261
26: Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	178
27: Fabricación de material y material eléctrico	863
28: Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	987
29: Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1.764
30: Fabricación de otro material de transporte	421
31-32: Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras	171
33: Reparación e instalación de maquinaria y equipo	65
35: Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	90.790
36: Captación, depuración y distribución de agua	124

	2008
37-39: Actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	910
41-43: Construcción	1.251
45: Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas	571
46: Comercio al por mayor e intermediarios del comercio	1.882
47: Comercio al por menor	1.171
49: Transporte terrestre y por tubería	41.014
50: Transporte marítimo y por vías navegables interiores	3.440
51: Transporte aéreo	5.867
52: Almacenamiento y actividades anexas a los transportes	659
53: Actividades postales y de correos	108
55-56: Servicios de alojamiento servicios de comida y bebida	1.210
58: Edición	23
59-60: Actividades cinematográficas, de video y programas de televisión, grabación de sonido y edición musical actividades de programación y emisión de radio y televisión	143
61: Telecomunicaciones	109
62-63: Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática servicios de información	78
64: Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	67
65: Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	22
66: Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros	87
68: Actividades inmobiliarias	58
69-70: Actividades jurídicas y de contabilidad actividades de las sedes centrales actividades de consultoría de gestión empresarial	121
71: Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería ensayos y análisis técnicos	107
72: Investigación y desarrollo	0
73: Publicidad y estudios de mercado	33
74-75: Otras actividades profesionales, científicas y técnicas actividades veterinarias	25

	2008
77: Actividades de alquiler	1.511
78: Actividades relacionadas con el empleo	7
79: Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades relacionadas con los mismos	107
80-82: Actividades de seguridad e investigación servicios a edificios y actividades de jardinería actividades administrativas de oficina y otras actividades auxiliares a las empresas	130
84: Administración pública y defensa seguridad social obligatoria	1.377
85: Educación	659
86: Actividades sanitarias	270
87-88: Actividades de servicios sociales	246
90-92: Actividades de creación, artísticas y de espectáculos actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales juegos de azar y apuestas	26
93: Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento	24
94: Actividades asociativas	79
95: Reparación de ordenadores, efectos personales y artículos de uso doméstico	5
96: Otras actividades personales	90
97-98: Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico o como productores de bienes y servicios para uso propio	0
Total ramas de actividad	270.521
h: Hogares	69.152
TOTAL	339.673

Fuente: INE (2014b)

Tabla B. 4 Tabla simétrica 2000 de España. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Agricultura, ganadería y caza	1	41.848
Selvicultura y explotación forestal	2	2.091
Pesca y acuicultura	3	3.409
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	2.067
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	15.664
Extracción de minerales metálicos	6	1.345
Extracción de minerales no metálicos	7	3.025
Coquerías, refino y combustibles nucleares	8	26.977
Producción y distribución de energía eléctrica	9	19.939
Producción y distribución de gas	10	4.073
Captación, depuración y distribución de agua	11	3.438
Industria cárnica	12	14.062
Industrias lácteas	13	7.911
Otras industrias alimenticias	14	38.316
Elaboración de bebidas	15	13.389
Industria del tabaco	16	2.084
Industria textil	17	13.332
Industria de la confección y la peletería	18	12.266
Industria del cuero y del calzado	19	8.226
Industria de la madera y el corcho	20	10.633
Industria del papel	21	14.224
Edición y artes gráficas	22	16.975
Industria química	23	51.286
Industria del caucho y materias plásticas	24	18.386
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	2.967
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	3.777
Industrias de la cerámica	27	6.341
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	28	10.194
Metalurgia	29	30.969
Fabricación de productos metálicos	30	31.042
Maquinaria y equipo mecánico	31	35.381
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	9.253
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	17.583
Fabricación de material electrónico	34	15.473
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	7.769
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	77.835
Fabricación de otro material de transporte	37	11.495
Muebles y otras industrias manufactureras	38	16.618
Reciclaje	39	3.340
Construcción	40	127.353
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	41	21.815
Comercio al por mayor e intermediarios	42	44.305
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	41.793

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Alojamiento	44	15.454
Restauración	45	58.405
Transporte por ferrocarril	46	2.244
Transporte terrestre y transporte por tubería	47	30.740
Transporte marítimo	48	2.024
Transporte aéreo y espacial	49	8.626
Actividades anexas a los transportes	50	21.458
Actividades de agencias de viajes	51	5.979
Correos y telecomunicaciones	52	27.345
Intermediación financiera	53	31.090
Seguros y planes de pensiones	54	6.878
Actividades auxiliares	55	6.443
Actividades inmobiliarias	56	63.755
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	57	7.584
Actividades informáticas	58	11.788
Investigación y desarrollo	59	587
Otras actividades empresariales	60	62.799
Educación de mercado	61	10.864
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	17.072
Saneamiento público de mercado	63	2.718
Actividades asociativas de mercado	64	517
Actividades recreativas, culturales y deportivas	65	17.971
Actividades diversas de servicios personales	66	5.464
Administración pública	67	48.181
Educación de no mercado	68	21.611
Sanidad y servicios sociales de no mercado	69	26.678
Saneamiento público de no mercado	70	2.689
Actividades asociativas de no mercado	71	4.348
Actividades recreativas y culturales de no mercado	72	7.010
Hogares que emplean personal doméstico	73	5.809

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2013)

Tabla B. 5 Tabla simétrica 2008 de España. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Agricultura, ganadería y caza	1	41.773
Selvicultura y explotación forestal	2	1.577
Pesca y acuicultura	3	3.390
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	2.973
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	35.789
Extracción de minerales metálicos	6	3.004
Extracción de minerales no metálicos	7	4.658
Coquerías, refino y combustibles nucleares	8	33.138
Producción y distribución de energía eléctrica	9	37.579
Producción y distribución de gas	10	7.039
Captación, depuración y distribución de agua	11	5.819
Industria cárnica	12	16.766
Industrias lácteas	13	9.626
Otras industrias alimenticias	14	52.539
Elaboración de bebidas	15	14.864
Industria del tabaco	16	1.924
Industria textil	17	9.824
Industria de la confección y la peletería	18	16.979
Industria del cuero y del calzado	19	8.016
Industria de la madera y el corcho	20	10.469
Industria del papel	21	15.848
Edición y artes gráficas	22	18.945
Industria química	23	73.356
Industria del caucho y materias plásticas	24	23.791
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	14.865
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	4.741
Industrias de la cerámica	27	6.384
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	28	3.857
Metalurgia	29	37.884
Fabricación de productos metálicos	30	42.933
Maquinaria y equipo mecánico	31	40.318
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	14.228
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	29.252
Fabricación de material electrónico	34	14.657
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	19.095
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	84.216
Fabricación de otro material de transporte	37	15.595
Muebles y otras industrias manufactureras	38	21.379
Reciclaje	39	6.030
Construcción	40	238.454
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	41	17.601
Comercio al por mayor e intermediarios	42	76.001
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	70.250

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Alojamiento	44	16.443
Restauración	45	65.263
Transporte por ferrocarril	46	2.338
Transporte terrestre y transporte por tubería	47	43.842
Transporte marítimo	48	2.550
Transporte aéreo y espacial	49	13.709
Actividades anexas a los transportes	50	34.362
Actividades de agencias de viajes	51	9.202
Correos y telecomunicaciones	52	51.659
Intermediación financiera	53	47.079
Seguros y planes de pensiones	54	14.411
Actividades auxiliares	55	7.415
Actividades inmobiliarias	56	111.995
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	57	12.570
Actividades informáticas	58	28.718
Investigación y desarrollo	59	1.654
Otras actividades empresariales	60	101.645
Educación de mercado	61	12.326
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	30.824
Saneamiento público de mercado	63	4.179
Actividades asociativas de mercado	64	1.049
Actividades recreativas, culturales y deportivas	65	17.798
Actividades diversas de servicios personales	66	8.446
Administración pública	67	66.976
Educación de no mercado	68	25.948
Sanidad y servicios sociales de no mercado	69	47.975
Saneamiento público de no mercado	70	4.358
Actividades asociativas de no mercado	71	3.718
Actividades recreativas y culturales de no mercado	72	13.421
Hogares que emplean personal doméstico	73	6.017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2013)

Tabla B. 6 Correspondencia entre las ramas de actividad tablas input-output y el consumo de energía en Andalucía

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS ENERGÍA DISPONIBLES
Agricultura, ganadería y caza	Primario
Selvicultura y explotación forestal	
Pesca y acuicultura	
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	Extracción y aglomeración de carbones
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	No existe en Andalucía
Extracción de minerales metálicos	Minas y canteras
Extracción de minerales no metálicos	
Coquerías, refino y combustibles nucleares	Refinerías
Producción y distribución de energía eléctrica	Producción y distribución EE
Producción y distribución de gas	Fabricación y distribución de gas
Captación, depuración y distribución de agua	Comercio y servicios
Industria cárnica	Alimentación bebidas y tabaco
Industrias lácteas	
Otras industrias alimenticias	
Elaboración de bebidas	
Industria del tabaco	
Industria textil	Industria textil confección cuero calzado
Industria de la confección y la peletería	
Industria del cuero y del calzado	
Industria de la madera y el corcho	Industrias de madera y corcho
Industria del papel	Pasta papel y cartón
Edición y artes gráficas	Artes gráficas y edición
Industria química	Química y petroquímica
Industria del caucho y materias plásticas	Caucho y plásticas
Fabricación de cemento, cal y yeso	cemento, cal y yesos
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	Industria del vidrio
Industrias de la cerámica	Otros materiales de construcción
Fabricación de otros productos minerales	

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS ENERGÍA DISPONIBLES
Metalurgia	Metalurgia y siderurgia
Fabricación de productos metálicos	Máquinas y transformaciones metálicas
Maquinaria y equipo mecánico	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	
Fabricación de material electrónico	
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	
Fabricación de vehículos de motor y remolques	Construcción vehículos motor y bicicletas
Fabricación de otro material de transporte	Construcción y reparación naval Construcción de otros medios de transporte
Muebles y otras industrias manufactureras	Industrias de madera y corcho
Reciclaje	Construcción y obras públicas
Construcción	
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	Comercio y servicios
Comercio al por mayor e intermediarios	
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	
Alojamiento	Hoteles
Restauración	
Transporte por ferrocarril	Transporte por ferrocarril
Transporte terrestre y transporte por tubería	Transporte carretera
Transporte marítimo	Transporte marítimo
Transporte aéreo y espacial	Transporte aéreo
Actividades anexas a los transportes	Otras empresas de transporte
Actividades de agencias de viajes	
Correos y telecomunicaciones	Comercio y servicios
Intermediación financiera	
Seguros y planes de pensiones	
Actividades auxiliares	
Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLA SIMÉTRICA	DATOS ENERGÍA DISPONIBLES
Actividades informáticas	
Investigación y desarrollo	
Otras actividades empresariales	
Educación de mercado	Administración y otros servicios
Sanidad y servicios sociales de mercado	
Saneamiento público de mercado	
Actividades asociativas de mercado	
Actividades recreativas, culturales y deportivas	No específicos
Actividades diversas de servicios personales	
Administración pública	Administración y otros servicios
Educación de no mercado	
Sanidad y servicios sociales de no mercado	
Saneamiento público de no mercado de las AAPP	
Actividades asociativas de no mercado de las ISFLSH	No específicos
Actividades recreativas y culturales de no mercado	
Hogares que emplean personal doméstico	

Fuente: Elaboración propia

Tabla B. 7 Tabla simétrica 2000 de Andalucía. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Agricultura, ganadería y caza	1	9.021
Selvicultura y explotación forestal	2	241
Pesca y acuicultura	3	341
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	142
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0
Extracción de minerales metálicos	6	125
Extracción de minerales no metálicos	7	660
Coquerías, refino y combustibles nucleares	8	6.330
Producción y distribución de energía eléctrica	9	2.299
Producción y distribución de gas	10	554
Captación, depuración y distribución de agua	11	609
Industria cárnica	12	1.547
Industrias lácteas	13	566
Otras industrias alimenticias	14	4.186
Elaboración de bebidas	15	2.053
Industria del tabaco	16	1.780
Industria textil	17	253
Industria de la confección y la peletería	18	949
Industria del cuero y del calzado	19	216
Industria de la madera y el corcho	20	798
Industria del papel	21	771
Edición y artes gráficas	22	769
Industria química	23	3.154
Industria del caucho y materias plásticas	24	682
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	1.911
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	459
Industrias de la cerámica	27	217
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	28	385
Metalurgia	29	2.833
Fabricación de productos metálicos	30	1.831
Maquinaria y equipo mecánico	31	928
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	151
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	513
Fabricación de material electrónico	34	261
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	389
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	937
Fabricación de otro material de transporte	37	1.160
Muebles y otras industrias manufactureras	38	1.713
Reciclaje	39	68
Construcción	40	21.959
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	41	2.905
Comercio al por mayor e intermediarios	42	5.553
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	7.443

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Alojamiento	44	2.099
Restauración	45	8.249
Transporte por ferrocarril	46	299
Transporte terrestre y transporte por tubería	47	4.308
Transporte marítimo	48	101
Transporte aéreo y espacial	49	378
Actividades anexas a los transportes	50	1.961
Actividades de agencias de viajes	51	513
Correos y telecomunicaciones	52	2.943
Intermediación financiera	53	3.285
Seguros y planes de pensiones	54	761
Actividades auxiliares	55	488
Actividades inmobiliarias	56	10.180
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	57	690
Actividades informáticas	58	449
Investigación y desarrollo	59	119
Otras actividades empresariales	60	6.140
Educación de mercado	61	1.661
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	2.491
Saneamiento público de mercado	63	517
Actividades asociativas de mercado	64	230
Actividades recreativas, culturales y deportivas	65	781
Actividades diversas de servicios personales	66	895
Administración pública	67	7.734
Educación de no mercado	68	3.992
Sanidad y servicios sociales de no mercado	69	4.880
Saneamiento público de no mercado	70	59
Actividades asociativas de no mercado	71	210
Actividades recreativas y culturales de no mercado	72	2.988
Hogares que emplean personal doméstico	73	866

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IECA (2015)

Tabla B. 8 Tabla simétrica 2008 de Andalucía. Ramas de actividad y valor total de la producción a precios básicos (millones de euros)

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Agricultura, ganadería y caza	1	10.250
Selvicultura y explotación forestal	2	599
Pesca y acuicultura	3	720
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	2.346
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0
Extracción de minerales metálicos	6	469
Extracción de minerales no metálicos	7	8.910
Coquerías, refino y combustibles nucleares	8	11.985
Producción y distribución de energía eléctrica	9	4.295
Producción y distribución de gas	10	1.515
Captación, depuración y distribución de agua	11	1.297
Industria cárnica	12	2.353
Industrias lácteas	13	1.787
Otras industrias alimenticias	14	8.724
Elaboración de bebidas	15	3.188
Industria del tabaco	16	3.181
Industria textil	17	1.684
Industria de la confección y la peletería	18	1.778
Industria del cuero y del calzado	19	1.216
Industria de la madera y el corcho	20	1.351
Industria del papel	21	1.764
Edición y artes gráficas	22	1.768
Industria química	23	8.198
Industria del caucho y materias plásticas	24	2.277
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	2.587
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	1.628
Industrias de la cerámica	27	587
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	28	345
Metalurgia	29	6.402
Fabricación de productos metálicos	30	5.460
Maquinaria y equipo mecánico	31	1.986
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	1.167
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	2.947
Fabricación de material electrónico	34	2.587
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	1.006
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	6.531
Fabricación de otro material de transporte	37	2.935
Muebles y otras industrias manufactureras	38	3.449
Reciclaje	39	1.434
Construcción	40	42.759
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	41	2.576
Comercio al por mayor e intermediarios	42	9.661
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	12.059

RAMAS DE ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN
Alojamiento	44	2.738
Restauración	45	10.214
Transporte por ferrocarril	46	311
Transporte terrestre y transporte por tubería	47	5.906
Transporte marítimo	48	212
Transporte aéreo y espacial	49	798
Actividades anexas a los transportes	50	4.225
Actividades de agencias de viajes	51	942
Correos y telecomunicaciones	52	7.376
Intermediación financiera	53	5.809
Seguros y planes de pensiones	54	1.822
Actividades auxiliares	55	869
Actividades inmobiliarias	56	11.907
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	57	1.672
Actividades informáticas	58	1.517
Investigación y desarrollo	59	383
Otras actividades empresariales	60	13.166
Educación de mercado	61	1.607
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	3.973
Saneamiento público de mercado	63	441
Actividades asociativas de mercado	64	162
Actividades recreativas, culturales y deportivas	65	2.605
Actividades diversas de servicios personales	66	988
Administración pública	67	11.025
Educación de no mercado	68	4.845
Sanidad y servicios sociales de no mercado	69	8.149
Saneamiento público de no mercado	70	520
Actividades asociativas de no mercado	71	575
Actividades recreativas y culturales de no mercado	72	1.737
Hogares que emplean personal doméstico	73	908

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IECA (2015)

Anexo C. Determinación del consumo de energía final debido al transporte privado de los hogares

El consumo de energía final debido al transporte privado de los hogares no está disponible en las bases de datos oficiales. Por este motivo, ha sido necesario realizar su estimación. Para el cálculo del consumo de combustible se distinguirá el consumo de combustible de los automóviles y de las motocicletas.

1. Consumo de combustible de los automóviles para uso privado de los hogares

Los datos que disponemos para determinar el cálculo del consumo de combustible de los automóviles de transporte privado son las emisiones equivalentes de CO₂ total de automóviles (CO_{2eq}) medidas en Mt (MAAMA, 2010) y el número total de automóviles usados para este fin (h) (MF, 2013).

En primer lugar, según las estimaciones existentes (FENADISMER, 2015), conocemos que los automóviles para uso comercial (c) en circulación tienen un régimen de funcionamiento tres veces superiores a los automóviles para uso privado (h), por lo tanto consideramos que un vehículo comercial equivale a tres vehículos para uso privado. A partir de este dato se calcula el número total de automóviles equivalentes (h_e) (ver ecuación 1.C), que serían el número de automóviles en circulación tanto comerciales como de uso privado, con un funcionamiento y consumo de combustible equivalente los automóviles de uso privado.

$$h_e = h + 3c \quad (1.C)$$

Conocido el dato de emisiones equivalentes de CO₂ (CO_{2eq}) medidas en Mt (MAAMA, 2010), las cuales engloban las emisiones totales provocadas por la combustión del combustible de los automóviles para transporte privado y para uso comercial en circulación (taxis, automóviles de empresas, etc.), calculamos las emisiones de CO₂ emitidas en la combustión del combustible de los automóviles

en circulación (CO_2) medidas en Mt. Para ello hacemos uso del factor de conversión 0,98 el cual, según las estadísticas de emisiones del MAAMA (2010) muestra la relación entre ambas magnitudes. El cálculo se muestra en la ecuación (2.C).

$$CO_2 = 0,98 \cdot CO_{2eq} \quad (2.C)$$

En la ecuación (3.C), obtenemos las emisiones de CO_2 generadas por la combustión de combustibles por unidad de automóviles en circulación, tanto privados como comerciales (CO_{2v}):

$$CO_{2v} = \frac{CO_2}{h_e} \quad (3.C)$$

Dado que las emisiones de CO_2 procedentes de la combustión de combustible son distintas según si se trata de gasolina o diésel, debemos descomponer h_e entre automóviles privados de gasolina ($h_{gasolina}$) y los automóviles privados de diésel ($h_{diésel}$) a partir de los datos suministrados por (MF, 2013).

$$h_e = h_{gasolina} + h_{diésel} \quad (4.C)$$

De esta forma, conocidas las emisiones de CO_2 por unidad de vehículo (CO_{2v}) y el número de automóviles de cada combustible en circulación $h_{gasolina}$ y $h_{diésel}$, se obtienen las emisiones de CO_2 totales por cada uno de dichos combustibles mediante las expresiones (5.C) y (6.C) respectivamente.

$$CO_{2gasolina} = CO_{2v} \cdot h_{gasolina} \quad (5.C)$$

$$CO_{2diesel} = CO_{2v} \cdot h_{diesel} \quad (6.C)$$

Una vez obtenidas las emisiones de CO_2 totales emitidas por cada tipo de combustible, es posible calcular el consumo total de energía de los automóviles de transporte privado (e_{auto}) medido en ktep en la ecuación (7.C). Para ello, partimos de las emisiones calculadas en las expresiones (5.C) y (6.C) y las convertimos a

energía (ktep) mediante los coeficientes de conversión (energía/emisiones) indicados en la expresión (7.C), esto es, el coeficiente para la gasolina es 0,314 (kg gasolina/kg CO₂) y para diésel es 0,324 (kg diesel/kg CO₂) según MAAMA (2010).

$$e_{auto} = \frac{0,314 \cdot CO_{2gasolina} + 0,324 \cdot CO_{2diesel}}{1000} \quad (7.C)$$

2. Consumo de combustible de las motocicletas

Las motocicletas en su mayoría usan como combustible gasolina, por lo tanto, para el cálculo del combustible consumido se considerará que la totalidad de estos vehículos usan este carburante.

A partir de las emisiones totales de CO₂ equivalentes emitidas en la combustión de combustibles de las motocicletas (CO_{2eqm}), se obtienen las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión del combustible de las motocicletas (CO_{2m}) aplicando un procedimiento de cálculo similar al de los automóviles, a través de la expresión (8.C).

$$CO_{2m} = 0,98 \cdot CO_{2eqm} \quad (8.C)$$

A partir del supuesto de que todas las motocicletas utilizan como combustible la gasolina y utilizando el coeficiente de conversión de la gasolina de 0,314 (kg gasolina/kg CO₂), obtenemos el consumo total de energía de las motocicletas (e_m) medido en ktep en la ecuación (9.C):

$$e_m = \frac{0,314 \cdot CO_{2m}}{1000} \quad (9.C)$$

Por lo tanto el consumo de energía total del transporte privado (e_{tp}) será la suma de e_{auto} y e_m , según la expresión (10.C)

$$e_{tp} = e_{auto} + e_m \quad (10.C)$$

Anexo D. Tablas capítulo 3

Tabla D. 1 Índices de deflación 2008 a precios constante (base 2000)

		España	Andalucía	España y Andalucía	
		Producción	Producción	Exportación	Importación
Agricultura, ganadería y caza	1	121,2	121,2	119,9	106,0
Selvicultura y explotación forestal	2	121,2	121,2	109,4	105,9
Pesca y acuicultura	3	121,2	121,2	119,9	106,0
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	120,2	120,2	215,7	105,9
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	142,0	142,0	215,7	105,9
Extracción de minerales metálicos	6	142,0	142,0	109,4	105,9
Extracción de minerales no metálicos	7	142,0	142,0	109,4	105,9
Coquerías, refino y combustibles nucleares	8	170,0	170,0	215,7	179,4
Producción y distribución de energía eléctrica	9	137,8	137,8	215,7	179,4
Producción y distribución de gas	10	137,8	137,8	215,7	179,4
Captación, depuración y distribución de agua	11	132,0	131,4	114,0	104,1
Industria cárnica	12	134,3	134,3	119,9	106,0
Industrias lácteas	13	134,3	134,3	119,9	106,0
Otras industrias alimenticias	14	134,3	134,3	119,9	106,0
Elaboración de bebidas	15	130,5	130,5	114,0	104,1
Industria del tabaco	16	152,8	152,8	114,0	104,1
Industria textil	17	110,8	110,8	114,0	104,1
Industria de la confección y la peletería	18	112,5	112,5	114,0	104,1
Industria del cuero y del calzado	19	118,7	118,7	114,0	104,1
Industria de la madera y el corcho	20	123,4	123,4	114,0	104,1
Industria del papel	21	109,6	109,6	114,0	104,1
Edición y artes gráficas	22	125,5	125,5	114,0	104,1
Industria química	23	129,1	129,1	114,0	104,1

		España	Andalucía	España y Andalucía	
		Producción	Producción	Exportación	Importación
Industria del caucho y materias plásticas	24	119,0	119,0	114,0	104,1
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	128,1	128,1	114,0	104,1
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	128,1	128,1	114,0	104,1
Industrias de la cerámica	27	128,1	128,1	114,0	104,1
Fabricación de otros productos minerales	28	128,1	128,1	114,0	104,1
Metalurgia	29	168,4	168,4	114,0	104,1
Fabricación de productos metálicos	30	130,6	130,6	114,0	104,1
Maquinaria y equipo mecánico	31	121,9	121,9	114,0	104,1
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	92,6	92,6	114,0	104,1
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	126,8	126,8	114,0	104,1
Fabricación de material electrónico	34	92,6	92,6	114,0	104,1
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	92,6	92,6	114,0	104,1
Fabricación de vehículos de motor y remolques	36	110,4	110,4	114,0	104,1
Fabricación de otro material de transporte	37	116,4	116,4	114,0	104,1
Muebles y otras industrias manufactureras	38	128,8	128,8	114,0	104,1
Reciclaje	39	132,0	131,4	114,0	104,1
Construcción	40	132,0	131,4	113,0	111,2
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	41	170,0	170,0	113,0	111,2
Comercio al por mayor e intermediarios	42	132,0	131,4	94,9	84,7
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	43	123,4	123,4	113,0	111,2
Alojamiento	44	148,0	148,0	113,0	111,2
Restauración	45	148,0	148,0	113,0	111,2
Transporte por ferrocarril	46	126,1	126,1	113,0	111,2
Transporte terrestre y transporte por tubería	47	126,1	126,1	113,0	111,2

		España	Andalucía	España y Andalucía	
		Producción	Producción	Exportación	Importación
Transporte marítimo	48	126,1	126,1	113,0	111,2
Transporte aéreo y espacial	49	126,1	126,1	113,0	111,2
Actividades anexas a los transportes	50	126,1	126,1	113,0	111,2
Actividades de agencias de viajes	51	111,8	111,8	113,0	111,2
Correos y telecomunicaciones	52	86,7	86,7	113,0	111,2
Intermediación financiera	53	132,0	131,4	113,0	111,2
Seguros y planes de pensiones	54	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades auxiliares	55	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	56	144,8	144,8	113,0	111,2
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	57	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades informáticas	58	86,7	86,7	113,0	111,2
Investigación y desarrollo	59	132,0	131,4	113,0	111,2
Otras actividades empresariales	60	134,6	134,6	113,0	111,2
Educación de mercado	61	146,8	146,8	113,0	111,2
Sanidad y servicios sociales de mercado	62	110,2	110,2	113,0	111,2
Saneamiento público de mercado	63	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades asociativas de mercado	64	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades recreativas, culturales y deportivas	65	111,8	111,8	113,0	111,2
Actividades diversas de servicios personales	66	132,0	131,4	113,0	111,2
Administración pública	67	132,0	131,4	113,0	111,2
Educación de no mercado	68	146,8	146,8	113,0	111,2
Sanidad y servicios sociales de no mercado	69	110,2	110,2	113,0	111,2
Saneamiento público de no mercado de las AAPP	70	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades asociativas de no mercado de las ISFLSH	71	132,0	131,4	113,0	111,2
Actividades recreativas y culturales de no mercado	72	111,8	111,8	113,0	111,2

		España	Andalucía	España y Andalucía	
		Producción	Producción	Exportación	Importación
Hogares que emplean personal doméstico	73	132,0	131,4	113,0	111,2

	España	Andalucía
IPC medio (actualización salarios)	132,0	131,4

Fuente: MEC (2014) IECA (2015)

Tabla D. 2 Relación entre las ramas de actividad de las Tablas IO España y Andalucía

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ESPAÑA		RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ANDALUCÍA	
1	Agricultura, ganadería y caza	1	Hortalizas y frutas
		2	Productos de la viña y del olivar
		3	Otros productos de la agricultura y servicios agrarios
		4	Productos de la ganadería y de la caza
2	Silvicultura y explotación forestal	5	Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados
3	Pesca y acuicultura	6	Pescados y otros productos de la pesca
4	Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	7	Productos energéticos
5	Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio		
6	Extracción de minerales metálicos	8	Minerales metálicos
7	Extracción de minerales no metálicos	9	Minerales no metálicos ni energéticos
8	Coquerías, refino y combustibles nucleares	26	Productos del refino de petróleo
9	Producción y distribución de energía eléctrica	46	Energía eléctrica
10	Producción y distribución de gas	47	Gas manufacturado y servicios de distribución; hielo
11	Captación, depuración y distribución de agua	48	Agua y servicios de distribución
12	Industria cárnica	10	Productos de la industria cárnica
13	Industrias lácteas	14	Productos lácteos
14	Otras industrias alimenticias	11	Conservas de pescado
		12	Conservas de vegetales
		13	Grasas y aceites
		15	Productos de molinería, almidones y productos amiláceos
		16	Productos para la alimentación animal
15	Elaboración de bebidas	18	Vinos y alcoholes
		19	Cerveza y bebidas no alcohólicas
16	Industria del tabaco	17	Otros productos alimenticios. Tabaco
17	Industria textil	20	Productos textiles
18	Industria de la confección y la peletería	21	Prendas de vestir; prendas de piel
19	Industria del cuero y del calzado	22	Cuero preparado, artículos de cuero y calzado
20	Industria de la madera y el corcho	23	Madera, corcho y subproductos (excepto muebles)
21	Industria del papel	24	Papel y productos de papel
22	Edición y artes gráficas	25	Productos de la edición, impresos y material grabado
23	Industria química	27	Productos de la química básica (incluso agroquímicos)
		28	Otros productos químicos

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ESPAÑA		RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ANDALUCÍA	
24	Industria del caucho y materias plásticas	29	Productos de caucho y materias plásticas
25	Fabricación de cemento, cal y yeso	30	Cemento, cal, yeso y sus derivados
26	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	32	Productos del vidrio y de la piedra
27	Industrias de la cerámica	31	Productos cerámicos, azulejos, ladrillos y otras tierras cocidas para la construcción
28	Fabricación de otros productos minerales	32	Productos del vidrio y de la piedra
29	Metalurgia	33	Productos de metalurgia
30	Fabricación de productos metálicos	34	Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo
31	Maquinaria y equipo mecánico	35	Maquinaria y equipo mecánico
32	Máquinas de oficina y equipos informáticos	36	Máquinas de oficina y equipos informáticos
33	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	37	Maquinaria y material eléctrico
34	Fabricación de material electrónico	38	Material electrónico y equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
35	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	39	Equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión, óptica, y relojería
36	Fabricación de vehículos de motor y remolques	40	Vehículos de motor, remolques y semirremolques
37	Fabricación de otro material de transporte	41	Embarcaciones y servicios de reparación
		42	Otro material de transporte
38	Muebles y otras industrias manufactureras	43	Muebles
		44	Otros artículos manufacturados
39	Reciclaje	45	Materiales para el reciclaje
40	Construcción	49	Trabajos de construcción y obras de ingeniería civil
		50	Trabajos de preparación y acabado de edificios y obras
41	Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	51	Servicios de comercio de vehículos y carburantes
		52	Servicios de reparación de vehículos de motor
42	Comercio al por mayor e intermediarios	53	Servicios de comercio al por mayor e intermediarios
43	Comercio al por menor; reparación de efectos personales	54	Servicios de comercio al por menor y reparación de efectos personales y domésticos
44	Alojamiento	55	Servicios hoteleros y de alojamiento en otros tipos de hospedaje
45	Restauración	56	Servicios de cafeterías, bares y restaurantes; provisión de comidas preparadas
46	Transporte por ferrocarril	57	Servicios de ferrocarril, transportes terrestres y por tuberías
47	Transporte terrestre y transporte por tubería		
48	Transporte marítimo	58	Servicios de transporte marítimo, fluvial y aéreo
49	Transporte aéreo y espacial		

RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ESPAÑA		RAMAS DE ACTIVIDAD TABLAS ANDALUCÍA	
50	Actividades anexas a los transportes	59	Servicios anexas a los transportes
51	Actividades de agencias de viajes		
52	Correos y telecomunicaciones	60	Servicios de correos y telecomunicaciones
53	Intermediación financiera	61	Servicios de intermediación financiera
54	Seguros y planes de pensiones	62	Servicios de seguros y planes de pensiones
55	Actividades auxiliares	63	Servicios auxiliares de la intermediación financiera
56	Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	64	Servicios inmobiliarios
57	Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	65	Servicios de alquiler de maquinaria, equipos y otros efectos
58	Actividades informáticas	66	Servicios de informática
59	Investigación y desarrollo	67	Servicios de investigación y desarrollo
60	Otras actividades empresariales	71	Servicios de investigación y seguridad
		72	Servicios de limpieza industrial
		73	Otros servicios a las empresas
61	Educación de mercado	76	Servicios de educación de mercado
62	Sanidad y servicios sociales de mercado	78	Servicios sanitarios y veterinarios de mercado
63	Saneamiento público de mercado	81	Servicios de saneamiento público
64	Actividades asociativas de mercado	82	Servicios de asociaciones
65	Actividades recreativas, culturales y deportivas	84	Otros servicios recreativos, culturales y deportivos
66	Actividades diversas de servicios personales	85	Otros servicios personales
67	Administración pública	74	Servicios de administración pública, defensa y seguridad social obligatoria
68	Educación de no mercado	75	Servicios de educación no de mercado
69	Sanidad y servicios sociales de no mercado	79	Servicios sociales no de mercado
70	Saneamiento público de no mercado de las AAPP	81	Servicios de saneamiento público
71	Actividades asociativas de no mercado de las ISFLSH	82	Servicios de asociaciones
72	Actividades recreativas y culturales de no mercado	84	Otros servicios recreativos, culturales y deportivos
73	Hogares que emplean personal doméstico	86	Servicios de los hogares que emplean personal doméstico

Fuente: Elaboración propia

Tabla D. 3 Consumo de energía por sectores 2000 España

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
TRANSFORMACIÓN ENERGÍA	304	639	251	0	2.818	4.012
Coquerías, refino y combustibles nucleares	304	639				943
Producción y distribución de energía eléctrica					2.818	2.818
Producción y distribución de gas			251			251
INDUSTRIA	1.792	5.723	9.149	1.302	7.365	25.331
Extractivas (no energéticas)	0	145	95	0	111	352
Alimentación, Beb.y Tabaco	3	597	930	259	772	2.561
Textil, Cuero y Calzado	0	186	655	5	362	1.207
Pasta, Papel e Impresión	0	294	1.029	446	324	2.093
Química	61	759	1.815	14	1.101	3.750
Minerales No Metálicos	294	2.282	2.836	129	827	6.368
Siderurgia y Fundición	1.358	470	839	1	1.267	3.934
Metalurgia no férrea	54	149	162	0	799	1.165
Transformados Metálicos	20	264	265	1	486	1.036
Equipo Transporte	0	153	430	0	345	928
Construcción	0	122	3	4	130	259
Resto Industria	0	304	92	442	842	1.679
<i>Madera, Corcho y Muebles</i>	<i>0</i>	<i>44</i>	<i>83</i>	<i>343</i>	<i>130</i>	<i>599</i>
<i>Otras</i>	<i>0</i>	<i>259</i>	<i>9</i>	<i>99</i>	<i>712</i>	<i>1.080</i>
TRANSPORTES	0	20.771	10	40	358	21.179
Carretera	0	14.381	10	40	0	14.431
Ferrocarril	0	497	0	0	212	709
Marítimo	0	1.397	0	0	0	1.397
Aéreo	0	4.496	0	0	0	4.496
Oleoductos	0	0	0	0	0	0
Otros no especificados	0	0	0	0	146	146
USOS DIVERSOS	168	19.479	2.748	2.127	8.484	33.007

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Agricultura	0	2.042	91	13	431	2.578
Pesca	0	0	0	0	0	0
Comercio, Servicios y Admin. Públicas	20	1.699	632	59	4.302	6.713
Residencial	148	4.067	2.020	2.019	3.751	12.004
Residencial transporte	0	11.671	5	32	0	11.708
Otros no especificados	0	0	0	4	0	4
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA	2.263	46.612	12.158	3.469	19.026	83.528

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IDAE (2016), EUROSTAT (2002) y REE (2000)

Tabla D. 4 Consumo de energía por sectores 2008 España

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
TRANSFORMACIÓN ENERGÍA	499	708	937	474	409	3.027
Coquerías, refino y combustibles nucleares	154	610	0	0	0	764
Producción y distribución de energía eléctrica	345	98	780	474	409	2.106
Producción y distribución de gas	0	0	157	0	0	157
INDUSTRIA	2.908	6.067	11.875	2.960	1.431	25.242
Extractivas (no energéticas)	18	150	136	25	22	352
Alimentación, Beb.y Tabaco	164	633	1.216	433	150	2.595
Textil, Cuero y Calzado	59	203	788	87	70	1.207
Pasta, Papel e Impresión	53	309	1.149	519	63	2.093
Química	343	810	2.222	262	214	3.851
Minerales No Metálicos	295	2.320	3.142	315	161	6.232
Siderurgia y Fundición	1.490	529	1.308	286	246	3.859
Metalurgia no férrea	168	186	458	180	155	1.148
Transformados Metálicos	80	287	445	111	95	1.016
Equipo Transporte	56	169	557	78	67	928
Construcción	21	128	51	34	25	259
Resto Industria	161	343	403	632	164	1.703
<i>Madera, Corcho y Muebles</i>	21	50	131	372	25	599
<i>Otras</i>	140	293	273	260	138	1.103
TRANSPORTES	44	24.186	165	381	52	24.828
Carretera	0	16.326	43	321	0	16.690
Ferrocarril	42	736	95	58	50	981
Marítimo	0	1.329	0	0	0	1.329
Aéreo	0	5.794	0	0	0	5.794
Oleoductos	0	0	0	0	0	0
Otros no especificados	2	1	27	3	2	34
USOS DIVERSOS	2.450	22.687	10.329	5.669	2.637	43.773

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Agricultura	81	1.874	502	147	96	2.699
Pesca	0	0	0	0	0	0
Comercio, Servicios y Admin. Públicas	1.122	1.791	3.391	1.662	1.333	9.300
Residencial	1.169	3.820	5.850	3.498	1.161	15.498
Residencial transporte	0	15.192	0	299	0	15.490
Otros no especificados	78	11	586	63	48	786
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA	5.901	53.649	23.306	9.484	4.530	96.870

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IDAE (2016), EUROSTAT (2011) y REE (2008)

Tabla D. 5 Consumo de energía por sectores 2000 en Andalucía

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Primario		610	41		110	761
Extracción y aglomeración de carbones		0			1	1
Minas y canteras		0			42	42
Refinerías		45	50		74	169
Producción y distribución EE		0			4	4
Fabricación y distribución de gas		0			3	3
Siderurgia y fundición		116	104		115	335
Metalurgia no férrea	3	48	52		34	137
Industria del vidrio		29	52		11	92
cemento, cal y yesos	101	39	12	49	63	264
Otros materiales de construcción		50	66	97	41	254
Química y petroquímica	3	178	228		179	588
Máquinas y transformaciones metálicas		1	10		17	29
Construcción vehículos motor y bicicletas		0	47		21	68
Construcción y reparación naval		0			7	7
Construcción de otros medios de transporte		0	2		6	8
Alimentación bebidas y tabaco		119	279	340	117	855
Industria textil confección cuero calzado		1	3		14	17
Industrias de madera y corcho		0	1		8	9
Pasta papel y cartón		0	70		40	110
Artes gráficas y edición		0	0		4	4
Caucho y plásticas		0			36	36
Construcción y obras públicas		0			14	14
Transporte por fcc		118			28	146
Transporte carretera		3.423				3.423
Transporte aéreo		540				540

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Transporte marítimo		333				333
Otras empresas de transporte		0			26	26
Comercio y servicios		15	33		305	352
Hoteles		25		3	131	159
Administración y otros servicios		11	3		175	188
Usos domésticos	1	641	43	161	917	1.763
No específicos		12	0		4	16
TOTAL	107	6.355	1.094	649	2.542	10.747

Fuente: Ministerio de Industria Energía y Turismo (2015)

Tabla D. 6 Consumo de energía final por sectores 2008 en Andalucía

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Primario		891	86	8	125	1.110
Extracción y aglomeración de carbones		0	0	0	0	0
Minas y canteras		0	2	0	11	13
Refinerías		360	75	0	78	513
Producción y distribución EE		0	0	0	19	19
Fabricación y distribución de gas		5	0	0	6	11
Siderurgia y fundición		55	31	0	131	216
Metalurgia no férrea		10	0	0	25	35
Industria del vidrio		5	47	0	11	63
cemento, cal y yesos		27	22	47	64	159
Otros materiales de construcción		130	106	93	49	379
Química y petroquímica		62	684	0	147	893
Máquinas y transformaciones metálicas		1	8	0	23	32
Construcción vehículos motor y bicicletas		0	4	0	11	15
Construcción y reparación naval		0	0	0	4	5
Construcción de otros medios de transporte		0	2	0	10	12
Alimentación bebidas y tabaco		2	164	327	121	614
Industria textil confección cuero calzado		0	2	0	6	8
Industrias de madera y corcho		0	8	0	15	23
Pasta papel y cartón		0	183	0	30	213
Artes gráficas y edición		0	0	0	6	6
Caucho y plásticas		0	8	0	44	52
Construcción y obras públicas		0	51	0	36	87
Transporte por fcc		0	0	0	20	20
Transporte carretera		4.679	5	98	0	4.782
Transporte aéreo		448	0	0	0	448

	CARBÓN	PRODUCTOS PETROLÍFEROS	GAS	EERR	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTAL
Transporte marítimo		296	0	0	0	296
Otras empresas de transporte		0	0	0	12	13
Comercio y servicios		28	95	50	509	681
Hoteles		0	7	6	200	213
Administración y otros servicios		0	7	0	350	358
Usos domésticos		365	107	122	1.146	1.740
No específicos		94	0	0	0	94
TOTAL		7.458	1.702	751	3.208	13.120

Fuente: Ministerio de Industria Energía y Turismo (2015)

Tabla D. 7 Efectos de descomposición de las ramas de actividad en España entre 2000 y 2008
(ktep)

	ΔI_N	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Agricultura, ganadería y caza	-58	-34	-188	142	362	224
Selvicultura y explotación forestal	5	1	-8	1	4	2
Pesca y acuicultura	-44	9	-164	63	160	24
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	-16	1	28	1	3	17
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	-17	-1	22	0	1	5
Extracción de minerales metálicos	-8	-5	13	0	1	2
Extracción de minerales no metálicos	8	-4	-4	7	19	26
Coquerías, refino y combustibles nucleares	-261	-85	-20	72	179	-114
Producción y distribución de energía eléctrica	-717	56	-14	96	233	-344
Producción y distribución de gas	-14	-5	5	7	19	13
Captación, depuración y distribución de agua	3	-2	1	8	21	31
Industria cárnica	-115	23	-225	127	323	132
Industrias lácteas	-144	0	-69	72	182	41
Otras industrias alimenticias	-466	-81	-221	258	652	142
Elaboración de bebidas	-129	-62	-91	69	173	-41
Industria del tabaco	-43	-43	-41	13	30	-84
Industria textil	-238	-80	-219	61	145	-331
Industria de la confección y la peletería	134	-350	-63	76	191	-12
Industria del cuero y del calzado	171	-132	-134	43	111	60
Industria de la madera y el corcho	2	-16	13	18	46	62
Industria del papel	-119	-52	233	81	211	354
Edición y artes gráficas	-59	-82	-164	38	90	-178
Industria química	-1.031	-89	555	301	768	503
Industria del caucho y materias plásticas	-19	-14	24	36	93	120
Fabricación de cemento, cal y yeso	-43	34	209	16	48	264
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	-84	36	74	29	76	132
Industrias de la cerámica	-231	-14	-329	92	226	-256
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-100	-17	-216	41	98	-194
Metalurgia	-743	79	970	228	602	1.136
Fabricación de productos metálicos	-280	-265	204	106	268	35
Maquinaria y equipo mecánico	-239	-86	-223	126	314	-107
Máquinas de oficina y equipos informáticos	-28	-23	-23	17	42	-15
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	-140	-135	267	69	179	240
Fabricación de material electrónico	70	100	-184	26	66	77

	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	-6	-146	69	12	30	-41
Fabricación de vehículos de motor y remolques	-602	-692	-675	334	818	-818
Fabricación de otro material de transporte	-164	107	-151	57	144	-7
Muebles y otras industrias manufactureras	-230	-314	-270	91	215	-508
Reciclaje	-287	-7	253	14	34	7
Construcción	-1.711	-3.244	1.526	865	2.164	-400
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	-87	171	-427	103	260	21
Comercio al por mayor e intermediarios	-495	655	31	250	655	1.096
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	-784	465	-127	219	558	330
Alojamiento	-182	53	-169	55	136	-106
Restauración	-861	124	-947	383	953	-348
Transporte por ferrocarril	145	23	-254	70	181	164
Transporte terrestre y transporte por tubería	-1.218	15	-451	628	1.594	569
Transporte marítimo	-268	8	-249	114	283	-113
Transporte aéreo y espacial	-719	44	406	376	973	1.080
Actividades anexas a los transportes	-136	-73	211	54	140	196
Actividades de agencias de viajes	-88	100	157	63	169	401
Correos y telecomunicaciones	-11	-100	111	33	86	119
Intermediación financiera	-39	-22	-74	16	39	-79
Seguros y planes de pensiones	-19	-53	32	14	36	10
Actividades auxiliares	16	-6	-24	9	23	17
Actividades inmobiliarias	-329	-345	354	98	247	26
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	312	28	29	23	70	462
Actividades informáticas	-45	45	60	17	47	124
Investigación y desarrollo	-3	4	4	1	2	8
Otras actividades empresariales	-48	-106	99	64	167	176
Educación de mercado	35	35	-57	29	75	116
Sanidad y servicios sociales de mercado	-208	53	131	61	158	196
Saneamiento público de mercado	20	25	17	7	19	88
Actividades asociativas de mercado	-4	6	28	2	5	37
Actividades recreativas, culturales y deportivas	-216	-80	-99	56	135	-203
Actividades diversas de servicios personales	-80	26	3	26	67	42
Administración pública	292	182	-116	193	511	1.062
Educación de no mercado	123	-1	-110	48	124	184
Sanidad y servicios sociales de no mercado	-333	-12	198	100	257	211
Saneamiento público de no mercado	35	3	-94	13	33	-10
Actividades asociativas de no mercado	1	61	-142	17	43	-20

	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Actividades recreativas y culturales de no mercado	-111	-93	117	28	72	13
Hogares que emplean personal doméstico	0	0	0	0	0	0
TOTAL	-13.296	-4.395	-584	6.884	17.459	6.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla D. 8 Efectos de descomposición de las ramas de actividad en Andalucía entre 2000 y 2008 (ktep)

	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Agricultura, ganadería y caza	50	-3	-191	74	203	133
Selvicultura y explotación forestal	2	9	2	3	10	26
Pesca y acuicultura	3	-3	-2	4	11	13
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	0	0	-1	0	0	-2
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	0	0	0	0	0	0
Extracción de minerales metálicos	-4	-3	-12	1	3	-15
Extracción de minerales no metálicos	-7	-7	-4	1	3	-13
Coquerías, refino y combustibles nucleares	-26	128	88	37	114	341
Producción y distribución de energía eléctrica	-5	3	1	2	7	8
Producción y distribución de gas	-2	1	-4	1	1	-3
Captación, depuración y distribución de agua	-3	6	2	1	4	10
Industria cárnica	-74	-35	-14	22	58	-41
Industrias lácteas	-50	-28	49	11	31	13
Otras industrias alimenticias	-279	-95	23	80	212	-58
Elaboración de bebidas	-94	7	-88	23	57	-94
Industria del tabaco	-93	-5	-82	25	64	-90
Industria textil	-9	-13	20	1	3	2
Industria de la confección y la peletería	-15	-9	-6	3	8	-18
Industria del cuero y del calzado	-7	-7	13	1	2	2
Industria de la madera y el corcho	0	-4	2	2	5	4
Industria del papel	-14	-1	-25	12	31	3
Edición y artes gráficas	-6	3	-1	3	9	8
Industria química	-266	-15	101	69	188	76
Industria del caucho y materias plásticas	-25	1	14	5	14	9
Fabricación de cemento, cal y yeso	-35	-13	-33	10	26	-45
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	-52	-9	25	6	14	-16
Industrias de la cerámica	-2	-1	14	4	12	28
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2	-1	-21	5	12	-6
Metalurgia	-392	-11	-69	57	141	-274
Fabricación de productos metálicos	-43	-9	36	6	16	6
Maquinaria y equipo mecánico	-11	-9	7	2	6	-5
Máquinas de oficina y equipos informáticos	-5	0	6	1	2	3
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	-11	-9	13	2	5	0
Fabricación de material electrónico	-7	-6	13	1	3	4
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	-4	-1	-1	1	2	-3

	ΔI_N	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Fabricación de vehículos de motor y remolques	-224	-25	187	8	21	-32
Fabricación de otro material de transporte	-37	20	21	6	17	26
Muebles y otras industrias manufactureras	-20	-24	-15	10	26	-23
Reciclaje	-3	-7	19	1	2	12
Construcción	-475	-181	526	151	426	447
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	-41	62	-23	9	27	35
Comercio al por mayor e intermediarios	-47	182	24	31	95	285
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	-31	30	-88	34	94	39
Alojamiento	-15	33	-11	10	28	44
Restauración	-143	228	-88	61	174	232
Transporte por ferrocarril	-43	1	-24	6	14	-47
Transporte terrestre y transporte por tubería	-38	24	-10	114	324	413
Transporte marítimo	-142	-1	-101	29	72	-143
Transporte aéreo y espacial	-232	-2	-122	43	107	-207
Actividades anexas a los transportes	-24	29	-21	11	31	26
Actividades de agencias de viajes	-29	36	9	5	14	34
Correos y telecomunicaciones	-4	3	2	4	13	19
Intermediación financiera	-2	2	-6	3	9	6
Seguros y planes de pensiones	-2	0	3	2	6	10
Actividades auxiliares	-1	4	-1	1	2	4
Actividades inmobiliarias	-18	7	-55	24	65	23
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	-3	2	0	1	4	5
Actividades informáticas	-1	-3	8	1	3	8
Investigación y desarrollo	0	1	1	0	1	2
Otras actividades empresariales	-12	20	7	10	28	52
Educación de mercado	-1	6	-16	4	12	6
Sanidad y servicios sociales de mercado	-4	45	-63	10	27	16
Saneamiento público de mercado	-1	3	-4	1	3	2
Actividades asociativas de mercado	-2	1	-5	1	3	-2
Actividades recreativas, culturales y deportivas	6	17	23	4	13	62
Actividades diversas de servicios personales	4	12	-11	3	10	19
Administración pública	-10	55	-40	26	74	105
Educación de no mercado	8	17	-12	8	23	44
Sanidad y servicios sociales de no mercado	-18	93	35	13	42	165
Saneamiento público de no mercado	-1	3	8	1	2	13
Actividades asociativas de no mercado	-1	1	6	2	5	13
Actividades recreativas y culturales de no mercado	15	19	-79	8	21	-16

	ΔIN	ΔL	ΔY_s	Δy_p	Δp_{ind}	ΔE_{ind}
Hogares que emplean personal doméstico	0	0	0	0	0	0
TOTAL	-3.078	571	-43	1.134	3.114	1.697

Fuente: Elaboración propia

Tabla D. 9 Resumen de los ahorro de energía final obtenidos en 2010 y ayudas públicas gestionadas entre IDEA y las Comunidades Autónomas

	Ahorro E. final (ktep)	Ayudas públicas (M€)
INDUSTRIA	1.068,6	140,0
Auditorías energéticas	N/C	10,4
Programas de ayudas públicas	1.068,6	129,6
TRANSPORTE	947,8	120,4
Planes de movilidad urbana y planes de transporte para empresas	860,0	55,3
Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera	N/C	9,2
Gestión de flotas de transporte por carretera	1,3	6,5
Conducción eficiente de vehículo turismo	52,4	13,8
Conducción eficiente de camiones y autobuses	30,0	12,3
Renovación del parque automovilístico de turismos	2,7	14,9
Renovación de flotas de transporte por carretera	1,5	8,4
EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO	195,5	567,8
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes	22,3	111,5
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	61,1	145,4
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes	29,7	22,5
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	0,9	6,2
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	81,4	282,2
SERVICIOS PÚBLICOS	84,7	136,8
Renovación de las instalaciones de alumbrado público exterior existentes	77,7	115,9
Estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado exterior existente	N/C	9,3
Formación de gestores energéticos municipales	N/C	0,9
Mejora de instalaciones actuales de potabilización, abastecimiento, depuración de aguas residuales y desalación	7,0	10,7
AGRICULTURA Y PESCA	8,0	17,9
Promoción y formación de técnicas de uso eficiente de la energía en el sector agrario y pesquero	N/C	4,9
Impulso para la migración de sistemas de riego por aspersión o gravedad a sistemas de riego localizado	2,1	6,8
Mejora del ahorro y la eficiencia energética en el sector pesquero	4,1	2,1
Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias	1,6	3,7
Apoyo a la agricultura de conservación	0,2	0,4
TOTAL SECTORES DE USO FINAL	2.304,5	2.242,9

N/C: no cuantificado

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IDAE (2011b)

Tabla D. 10 Resultado de ahorro tecnológico para cada rama de actividad industrial
(2004-2009)

	Ahorro tecnológico (ktep)
Madera, corcho y muebles	-130,2
Alimentación, bebidas y tabaco	992,5
Textil, cuero y calzado	197,7
Pasta, papel e impresión	-102,7
Química	48,6
Minerales no metálicos	-1.222,0
Metalurgia y productos metálicos	933,6
Maquinaria y equipo mecánico	10,4
Equipos de transporte	43,1
Equipo eléctrico, electricidad y óptico	.8,3
Resto industria manufacturera	-477,6
Total sector industrial	285,2

Fuente IDAE (2011b)

Anexo E. Expresiones para el cálculo de los efectos según método LMDI-I definición intensidad energética macroeconómica

Efecto estructura
$$\Delta S = \sum_i w_i \ln \left(\frac{\frac{Q_i^T}{Q^T}}{\frac{Q_i^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{E.1})$$

Efecto actividad sectorial
$$\Delta Q = \sum_i w_i \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{E.2})$$

Efecto actividad residencial
$$\Delta Q_{res} = w_{res} \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{E.3})$$

Efecto actividad transporte privado
$$\Delta Q_{tp} = w_{tp} \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{E.4})$$

Efecto intensidad energética macroeconómica sectorial
$$\Delta I_i^m = \sum_i w_i \ln \left(\frac{\frac{E_i^T}{Q_i^T}}{\frac{E_i^0}{Q_i^0}} \right) \quad (\text{E.5})$$

Efecto intensidad energética macroeconómica residencial
$$\Delta I_{res}^m = w_{res} \ln \left(\frac{\frac{E_{res}^T}{Q^T}}{\frac{E_{res}^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{E.6})$$

Efecto intensidad energética macroec. transp. privado
$$\Delta I_{tp}^m = w_{tp} \ln \left(\frac{\frac{E_{tp}^T}{Q^T}}{\frac{E_{tp}^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{E.7})$$

Siendo el valor del ponderador calculado por las siguientes expresiones:

$$w_i = L(E_i^0, E_i^T) = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \quad (\text{E.8})$$

$$w_{res} = L(E_{res}^0, E_{res}^T) = \frac{E_{res}^T - E_{res}^0}{\ln E_{res}^T - \ln E_{res}^0} \quad (\text{E.9})$$

$$w_{ip} = L(E_{ip}^0, E_{ip}^T) = \frac{E_{ip}^T - E_{ip}^0}{\ln E_{ip}^T - \ln E_{ip}^0} \quad (\text{E.10})$$

Anexo F. Expresiones para el cálculo de los efectos según método LMDI-I definición intensidad energética física.

$$\text{Efecto estructura} \quad \Delta S = \sum_i w_i \ln \left(\frac{\frac{Q_i^T}{Q^T}}{\frac{Q_i^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{F.1})$$

$$\text{Efecto actividad sectorial} \quad \Delta Q = \sum_i w_i \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{F.2})$$

$$\text{Efecto actividad residencial} \quad \Delta Q_{res} = w_{res} \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{F.3})$$

$$\text{Efecto actividad transporte privado} \quad \Delta Q_{tp} = w_{tp} \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (\text{F.4})$$

$$\text{Efecto intensidad sectorial} \quad \Delta I_{Li} = \sum w_i \ln \left(\frac{\frac{E_i^T}{L_i^T}}{\frac{E_i^0}{L_i^0}} \right) \quad (\text{F.5})$$

$$\text{Efecto intensidad residencial} \quad \Delta I_{res} = w_{res} \ln \left(\frac{\frac{E_{res}^T}{P^T}}{\frac{E_{res}^0}{P^0}} \right) \quad (\text{F.6})$$

$$\text{Efecto intensidad transporte privado} \quad \Delta I_{tp} = w_{tp} \ln \left(\frac{\frac{E_{tp}^T}{V^T}}{\frac{E_{res}^0}{V^0}} \right) \quad (\text{F.7})$$

$$\text{Efecto productividad} \quad \Delta P_i = \sum w_i \ln \left(\frac{\frac{L_i^T}{Q_i^T}}{\frac{L_i^0}{Q_i^0}} \right) \quad (\text{F.8})$$

$$\text{Efecto nivel de vida en transporte privado} \quad \Delta A_v = w_{tp} \ln \left(\frac{\frac{v^T}{Q^T}}{\frac{v^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{F.9})$$

$$\text{Efecto nivel de vida residencial} \quad \Delta A_p = w_{res} \ln \left(\frac{\frac{p^T}{Q^T}}{\frac{p^0}{Q^0}} \right) \quad (\text{F.10})$$

Siendo el valor del ponderador calculado por las siguientes expresiones:

$$w_i = L(E_i^0, E_i^T) = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \quad (\text{F.11})$$

$$w_{res} = L(E_{res}^0, E_{res}^T) = \frac{E_{res}^T - E_{res}^0}{\ln E_{res}^T - \ln E_{res}^0} \quad (\text{F.12})$$

$$w_{tp} = L(E_{tp}^0, E_{tp}^T) = \frac{E_{tp}^T - E_{tp}^0}{\ln E_{tp}^T - \ln E_{tp}^0} \quad (\text{F.13})$$

Anexo G. Tablas capítulo 4

Tabla G. 1 Datos España para análisis LMDI: consumo energía final, VAB, horas trabajadas, población y número de vehículos uso privado

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ENERGÍA FINAL ktep	PRIMARIO	2.578	2.403	2.367	2.947	3.345	3.115	2.815	2.947	2.699	2.363	2.244	2.404	2.716	2.795
	INDUSTRIA	29.072	30.333	30.639	32.574	33.342	34.132	28.520	30.093	28.269	23.564	24.021	23.610	22.344	23.001
	CONSTRUCCIÓN	259	299	317	359	424	470	465	448	259	674	507	483	1.163	1.249
	TRANSPORTE	21.122	21.531	21.284	22.010	22.734	23.079	23.247	23.368	24.828	20.374	20.138	19.711	18.829	17.443
	TRANSPORTE PRIV	11.760	12.760	13.520	14.617	15.612	16.591	17.582	18.721	15.490	17.345	16.887	16.178	14.399	14.386
	SERVICIOS	6.717	7.072	7.279	7.327	7.937	8.605	10.622	9.784	9.300	10.373	11.287	11.237	10.788	10.397
	RESIDENCIAL	12.004	12.624	12.956	13.902	14.676	15.137	15.582	15.628	15.498	15.928	16.924	15.631	15.503	15.015
	TOTAL ENERGÍA F	83.511	87.022	88.363	93.737	98.071	101.130	98.833	100.988	96.343	90.621	92.008	89.255	85.741	84.285
VALOR AÑADIDO BRUTO M€ cte 2010	PRIMARIO	26.041	25.647	25.871	25.669	25.020	23.011	24.373	26.117	25.409	24.486	25.010	26.119	23.247	27.085
	INDUSTRIA	114.309	118.773	120.442	123.626	125.376	128.046	131.895	134.233	133.147	119.827	124.162	123.894	117.818	111.691
	CONSTRUCCIÓN	121.066	128.850	132.947	134.957	135.567	139.540	142.262	142.969	143.270	132.431	113.190	98.694	84.588	76.298
	TRANSPORTE	40.085	41.379	41.280	40.924	41.645	40.952	41.498	42.981	42.532	40.275	42.221	42.905	43.089	41.333
	SERVICIOS	476.175	496.209	513.127	530.720	552.299	578.867	609.630	643.819	659.055	652.907	660.830	665.061	662.107	656.529
	TOTAL	777.676	810.858	833.667	855.897	879.907	910.416	949.658	990.118	1.003.413	969.926	965.413	956.673	930.849	912.936
	LABOR Miles Horas trabajadas	PRIMARIO	1.987.324	2.000.800	1.974.476	1.933.237	1.877.530	1.818.675	1.721.510	1.674.442	1.607.890	1.538.008	1.530.281	1.495.077	1.465.036
INDUSTRIA		5.387.964	5.427.240	5.411.430	5.450.566	5.451.084	5.420.218	5.340.879	5.243.002	5.228.289	4.617.250	4.518.298	4.380.946	4.093.714	3.930.642
CONSTRUCCIÓN		3.510.318	3.824.668	4.025.842	4.205.700	4.378.552	4.695.269	4.970.558	5.212.207	4.627.164	3.622.068	3.128.324	2.668.272	2.132.615	1.839.690
TRANSPORTE		1.371.907	1.419.956	1.460.829	1.538.648	1.575.874	1.616.794	1.634.912	1.665.244	1.709.119	1.639.039	1.644.131	1.593.287	1.498.333	1.440.674
SERVICIOS		16.910.121	17.643.432	18.268.043	18.887.427	19.660.130	20.494.338	21.594.951	22.360.098	23.239.858	22.845.023	22.653.092	22.532.583	21.865.139	21.413.435
TOTAL		29.167.635	30.316.095	31.140.619	32.015.578	32.943.169	34.045.295	35.262.809	36.154.992	36.412.319	34.261.388	33.474.126	32.670.166	31.054.837	30.061.505
POBLACIÓN	HABITANTES	40.499.791	41.116.842	41.837.894	42.717.064	43.197.684	44.108.530	44.708.964	45.200.737	46.157.822	46.745.807	47.021.031	47.190.493	47.265.321	47.129.783
VEHÍCULOS	TRANSPORTE PRIV	12.764.309	13.159.082	14.137.266	14.574.171	15.129.263	17.101.698	18.368.070	19.684.692	20.247.853	20.697.610	21.024.086	21.331.570	21.620.906	21.802.248

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IDAE (2016) Eurostat (2016) INE (2016a y 2016b) MF (2013) REE (2001 y 2014)

Tabla G. 2 Datos Andalucía para análisis LMDI: consumo energía final, VAB, horas trabajadas, población y número de vehículos uso privado

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ENERGÍA FINAL ktep	PRIMARIO	761	781	805	913	1.106	1.188	1.180	1.110	1.119	1.064	1.094	1.105	996	925
	INDUSTRIA	3.026	3.121	3.145	3.371	3.126	3.391	3.182	3.372	3.673	3.126	3.078	2.997	2.910	2.670
	CONSTRUCCIÓN	46	47	48	49	43	50	12	128	138	125	47	45	45	43
	TRANSPORTE	2.389	2.445	2.514	2.581	2.776	2.821	2.922	3.037	2.930	2.750	2.674	2.545	2.337	2.239
	TRANSPORTE PRIV	2.086	2.180	2.241	2.289	2.462	2.502	2.592	2.694	2.599	2.439	2.371	2.257	2.072	1.985
	SERVICIOS	829	881	923	1.001	1.043	1.126	1.166	1.221	1.291	1.175	1.233	1.205	1.154	1.123
	RESIDENCIAL	1.622	1.625	1.663	1.697	1.693	1.776	1.810	1.834	1.895	1.963	1.996	1.894	2.016	1.936
	TOTAL ENERGÍA F	10.760	11.080	11.338	11.900	12.250	12.855	12.864	13.397	13.645	12.641	12.492	12.048	11.530	10.921
VALOR AÑADIDO BRUTO M€ cte 2010	PRIMARIO	6.429.638	6.670.265	6.329.134	6.616.902	6.444.069	6.025.637	6.296.275	6.489.602	6.518.080	6.734.300	6.816.290	7.082.427	6.265.559	7.512.865
	INDUSTRIA	12.184.537	12.253.052	12.525.533	13.177.646	13.450.262	13.840.922	13.880.534	13.812.399	13.477.400	11.890.159	12.797.469	13.032.779	12.719.591	9.235.779
	CONSTRUCCIÓN	14.948.959	16.033.351	17.062.733	18.265.634	19.423.741	20.547.679	21.585.337	22.082.398	21.548.147	18.297.193	15.508.244	13.841.783	12.600.262	9.018.591
	TRANSPORTE	4.776.414	4.822.886	4.916.976	5.051.996	5.102.559	5.061.883	5.173.215	5.252.579	4.671.763	4.506.794	4.553.974	4.558.926	4.558.926	4.952.265
	SERVICIOS	62.409.154	64.786.741	67.075.306	69.551.127	72.259.069	75.125.242	78.783.006	82.801.184	84.764.795	85.042.888	85.393.701	86.440.035	86.151.260	94.093.029
	TOTAL	100.748.702	104.566.294	107.909.681	112.663.305	116.679.699	120.601.363	125.718.367	130.438.162	130.980.185	126.471.333	125.069.678	124.955.949	122.295.599	124.812.529
LABOR Miles Horas trabajadas	PRIMARIO	493.862	524.846	522.545	519.807	490.323	497.396	471.133	455.749	442.731	425.660	421.153	430.296	408.449	383.933
	INDUSTRIA	470.003	472.702	468.327	481.179	489.638	491.977	487.085	487.694	483.639	423.462	404.868	388.215	356.241	341.166
	CONSTRUCCIÓN	538.297	582.084	600.873	645.468	711.525	765.845	838.257	869.479	737.076	505.051	433.392	371.608	275.507	232.887
	TRANSPORTE	177.075	182.393	186.797	192.830	201.969	211.517	223.118	229.602	231.091	233.588	233.292	220.080	201.782	207.734
	SERVICIOS	1.676.489	1.734.887	1.795.053	1.866.828	1.941.630	2.025.227	2.149.387	2.225.932	3.617.182	3.553.283	3.458.128	3.447.671	3.334.139	3.277.263
	TOTAL	3.355.726	3.496.912	3.573.595	3.706.112	3.835.085	3.991.962	4.168.979	4.268.456	5.511.717	5.141.043	4.950.833	4.857.871	4.576.118	4.442.982
POBLACIÓN	HABITANTES	7.323.031	7.391.401	7.490.858	7.596.513	7.730.705	7.865.775	7.986.597	8.118.575	8.212.986	8.276.017	8.332.087	8.377.809	8.393.159	8.388.875
VEHÍCULOS	TRANSPORTE PRIV	2.176.494	2.243.808	2.410.602	2.476.022	2.566.949	2.906.908	3.129.579	3.350.333	3.440.582	3.517.184	3.581.077	3.643.064	3.698.899	3.743.723

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AAE (2004 y 2015) MINETUR (2015) IECA (2015) MF (2013)

Tabla G. 3 Resultados anual de los efectos de la variación del consumo de energía final en España 2000-2013: aplicación método LMDI (ktep)

		2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
INDUSTRIA	Intensidad sectorial	1.045	395	764	982	-5.152	2.115	-1.742	-1.493	972	324	291	291	1.579
	Productividad	-922	-514	-460	-902	-1.386	-1.057	155	-488	-1.361	-684	-403	-403	289
	Estructura	-103	-420	-449	-439	-393	-708	-626	-1.847	957	165	-946	-527	-770
	Actividad	1.241	846	912	1.150	1.318	1.222	389	-877	-111	-217	-209	-629	-441
	TOTAL	1.261	306	767	791	-5.612	1.573	-1.824	-4.705	457	-411	-1.267	-1.267	657
CONSTRUCCIÓN	Intensidad sectorial	17	2	49	15	-32	-39	-148	521	-81	55	55	853	264
	Productividad	7	6	14	18	18	19	-42	-72	6	-11	-11	-54	-54
	Estructura	6	1	-9	-2	-11	-17	-4	-19	-89	-63	-63	-98	-101
	Actividad	12	9	11	15	20	19	5	-15	-3	-5	-5	-21	-23
	TOTAL	41	18	65	46	-5	-17	-189	415	-167	-24	-24	679	86
SERVICIOS	Intensidad sectorial	62	-42	304	324	1.516	-1.193	-852	1.242	1.005	9	9	-118	-170
	Productividad	9	9	2	-45	5	-201	145	-76	-222	-132	-132	-282	-131
	Estructura	-4	41	93	107	92	131	96	241	181	174	174	252	116
	Actividad	288	199	211	282	404	425	127	-334	-50	-102	-102	-301	-206
	TOTAL	355	208	610	668	2.017	-838	-484	1.073	914	-51	-51	-449	-391
PRIMARIO	Intensidad sectorial	-191	-5	490	-128	-137	211	-134	-223	-108	215	215	364	132
	Productividad	55	-52	-11	167	-333	-279	-37	-19	-60	-155	-155	246	-474
	Estructura	-142	-45	-167	-380	45	79	-115	-8	60	122	122	-228	475
	Actividad	104	66	87	110	125	120	38	-86	-11	-21	-21	-70	-54
	TOTAL	-175	-36	398	-230	-299	131	-248	-336	-119	161	161	312	79
TRANSPORTE NO PRIVADO	Intensidad sectorial	-325	-854	190	-242	-91	-307	833	-3.511	-299	199	199	302	-674
	Productividad	57	659	144	972	-49	-390	879	285	-893	-946	-946	-1.266	43
	Estructura	-214	-645	-228	-1.165	-670	-154	-574	-463	1.050	501	501	610	-402
	Actividad	891	594	619	781	977	972	321	-765	-94	-181	-181	-527	-352

		2000- 2001	2001- 2002	2002- 2003	2003- 2004	2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010	2010- 2011	2011- 2012	2012- 2013
	TOTAL	409	-247	724	345	168	121	1.460	-4.454	-236	-427	-427	-882	-1.385
TRANSPORTE PRIVADO	Intensidad t.p.	626	-182	431	-994	-229	-117	-3.712	1.494	-725	-949	-949	-1.985	-134
	Nivel de vida t.p.	-139	577	147	1.424	499	499	254	917	348	390	390	624	400
	Estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Actividad	512	364	418	549	721	757	227	-557	-80	-150	-150	-418	-280
	TOTAL	999	760	996	979	991	1.139	-3.231	1.855	-458	-709	-709	-1.779	-14
RESIDENCIAL	Intensidad residencial	434	110	614	150	237	-125	-455	231	900	-1.352	-1.352	-153	-445
	Nivel de vida residencial	-328	-132	-235	-197	-440	-480	119	732	173	206	206	451	253
	Estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Actividad	514	355	395	508	648	651	208	-533	-77	-148	-148	-426	-296
	TOTAL	620	332	774	461	445	45	-129	429	996	-1.293	-1.293	-128	-488
TOTAL	Intensidad	1.668	-575	2.842	107	-3.887	545	-6.210	-1.739	1.664	-1.498	-1.531	-446	553
	Productividad	-795	107	-311	210	-1.745	-1.907	1.101	-370	-2.530	-1.927	-1.646	-1.759	-327
	Nivel de vida	-467	445	-89	1.227	59	19	372	1.649	521	597	597	1.074	653
	Estructura	-457	-1.068	-760	-1.880	-937	-669	-1.223	-2.096	2.158	899	-212	10	-682
	Actividad	3.562	2.433	2.653	3.394	4.214	4.168	1.315	-3.166	-426	-824	-816	-2.392	-1.652
	TOTAL	3.511	1.341	4.335	3.058	-2.297	2.155	-4.645	-5.722	1.387	-2.753	-3.609	-3.514	-1.456

Fuente: Elaboración propia

Tabla G. 4 Resultados anual de los efectos de la variación del consumo de energía final en Andalucía 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)

		2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
INDUSTRIA	Intensidad sectorial	78	52	138	-302	250	-177	186	331	-97	91	47	167	-17
	Productividad	0	-98	-77	-10	-78	-42	20	57	-26	-367	-183	-182	786
	Estructura	-97	-30	25	-47	-14	-127	-137	-101	-306	263	58	-8	-967
	Actividad	114	99	140	114	108	137	121	15	-119	-35	-3	-64	58
	TOTAL	95	23	226	-245	265	-210	190	301	-548	-48	-81	-87	-140
CONSTRUCCIÓN	Intensidad sectorial	-3	-1	-3	-10	4	-41	114	32	36	-65	5	13	6
	Productividad	0	-1	0	2	1	1	1	-19	-28	1	-2	-9	7
	Estructura	2	1	1	1	1	0	-1	-4	-17	-12	-5	-3	-16
	Actividad	2	1	2	2	2	1	2	1	-5	-1	0	-1	1
	TOTAL	1	1	1	-5	7	-38	116	10	-13	-77	-2	0	-1
SERVICIOS	Intensidad sectorial	23	11	41	3	37	-29	14	-540	-94	90	-24	-11	-11
	Productividad	-3	-1	3	1	4	14	-18	580	-26	-38	-19	-36	-120
	Estructura	0	3	-7	3	6	7	15	24	47	18	16	21	77
	Actividad	32	28	41	36	36	48	44	5	-43	-13	-1	-25	23
	TOTAL	52	41	78	43	83	39	55	70	-116	58	-28	-51	-31
PRIMARIO	Intensidad sectorial	-27	28	113	251	66	56	-32	41	-12	42	-13	-54	-12
	Productividad	19	38	-43	-32	93	-116	-73	-37	-79	-25	-18	74	-234
	Estructura	0	-67	1	-62	-115	3	-8	0	74	25	43	-106	155
	Actividad	29	25	37	35	38	49	42	5	-38	-12	-1	-23	20
	TOTAL	20	24	109	192	83	-8	-70	9	-55	30	11	-109	-71
TRANSPORTE NO PRIVADO	Intensidad sectorial	-16	10	-14	72	-84	-52	30	-126	-211	-73	23	4	-164
	Productividad	48	11	12	97	152	91	40	369	133	-32	-155	-212	-123
	Estructura	-66	-30	-41	-67	-115	-57	-64	-362	-3	58	5	52	143

		2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
	Actividad	90	78	110	94	93	119	110	12	-99	-30	-2	-52	47
	TOTAL	56	69	67	196	45	101	115	-107	-180	-76	-129	-208	-98
TRANSPORTE PRIVADO	Intensidad t.p.	29	-97	-13	88	-269	-98	-78	-165	-215	-111	-154	-217	-111
	Nivel de vida t.p.	-14	89	-37	2	227	82	83	59	144	70	42	79	-17
	Estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Actividad	79	70	98	83	82	106	97	11	-88	-27	-2	-47	41
	TOTAL	94	61	48	173	40	90	102	-95	-160	-68	-114	-184	-87
RESIDENCIAL	Intensidad residencial	-12	16	11	-34	52	7	-6	39	53	20	-112	118	-79
	Nivel de vida residencial	-45	-30	-49	-30	-27	-47	-37	14	82	35	12	46	-41
	Estructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Actividad	60	52	72	59	57	74	67	8	-68	-22	-2	-42	40
	TOTAL	3	38	34	-4	82	35	24	61	68	33	-102	121	-80
TOTAL	Intensidad	72	19	273	68	56	-333	227	-389	-540	-6	-228	18	-390
	Productividad	65	-51	-105	58	172	-53	-29	950	-26	-460	-377	-365	317
	Nivel de vida	-60	59	-86	-27	199	35	45	73	226	106	54	125	-58
	Estructura	-162	-122	-20	-172	-237	-174	-194	-442	-205	352	117	-44	-607
	Actividad	406	353	501	423	415	534	483	56	-460	-140	-11	-254	230
	TOTAL	321	258	562	350	605	9	532	249	-1.004	-149	-444	-518	-509

Fuente: Elaboración propia

Tabla G. 5 Resultados de los efectos de la variación del consumo de las fuentes energéticas consumidas en España en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)

	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural	Nuclear	Renovable
Actividad	1.192	6.965	2.502	877	1.614
Productividad	-1.505	-1.978	-3.196	-913	-1.308
Estructura	-680	-2.945	-1.686	-290	-490
Intensidad sectorial	-1.962	-7.128	6.694	-676	4.516
Intensidad residencial	-778	-1.974	1.787	-104	1.964
Intensidad transporte privado	-54	-6.052	73	-32	400
Nivel de vida residencial	-11	-30	-29	-11	-34
Nivel de vida transporte privado	17	5.914	18	18	89
Total	-3.781	-7.229	6.164	-1.130	6.750

Fuente: Elaboración propia

Tabla G. 6 Resultados de los efectos de la variación del consumo de las fuentes energéticas consumidas en Andalucía en el periodo 2000-2013: aplicación método LMDI-I (ktep)

	Carbón	Productos petrolíferos	Gas natural	Nuclear	Renovable
Actividad	229	1.349	355	26	286
Productividad	-97	-23	-121	-12	-99
Estructura	-119	-807	-543	-10	-216
Intensidad sectorial	-481	-482	1.197	-108	407
Intensidad residencial	-195	-471	318	-54	491
Intensidad transporte privado	-8	-1.244	4	-1	55
Nivel de vida residencial	-28	-46	-19	-3	-33
Nivel de vida transporte privado	2	653	1	0	6
Total	-697	-1.072	1.194	-161	898

Fuente: Elaboración propia

Tabla G. 7 Factores de descomposición de España 2000-2013

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2000-2013	2000-2007	2007-2013	
INTENSIDAD ENERGÍA tep/kht	PRIMARIO	1,3	1,2	1,2	1,5	1,8	1,7	1,6	1,8	1,7	1,5	1,5	1,6	1,9	1,9	49,9%	35,7%	10,5%	
	INDUSTRIA	5,4	5,6	5,7	6,0	6,1	6,3	5,3	5,7	5,4	5,1	5,3	5,4	5,5	5,9	8,5%	6,4%	2,0%	
	CONSTRUCCIÓN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,7	821,2%	16,6%	690,2%
	TRANSPORTE	15,4	15,2	14,6	14,3	14,4	14,3	14,2	14,0	14,5	12,4	12,4	12,2	12,4	12,6	12,1	-21,4%	-8,9%	-13,7%
	SERVICIOS	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	22,2%	10,2%	11,0%
	TOTAL	2,9	2,9	2,8	2,9	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	-2,1%	-2,4%	0,4%
INTENSIDAD ENERGÍA RESIDENCIAL tep/hab		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	7,5%	16,6%	-7,9%	
INTENSIDAD TRANSPORTE PRIVADO tep/veh		0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	-28,4%	3,2%	-30,6%	
PRODUCTIVIDAD €/ht	PRIMARIO	13,1	12,8	13,1	13,3	13,3	12,7	14,2	15,6	15,8	15,9	16,3	17,5	15,9	18,8	43,8%	19,0%	20,8%	
	INDUSTRIA	21,2	21,9	22,3	22,7	23,0	23,6	24,7	25,6	25,5	26,0	27,5	28,3	28,8	28,4	33,9%	20,7%	11,0%	
	CONSTRUCCIÓN	34,5	33,7	33,0	32,1	31,0	29,7	28,6	27,4	31,0	36,6	36,2	37,0	39,7	41,5	20,3%	-20,5%	51,2%	
	TRANSPORTE	29,2	29,1	28,3	26,6	26,4	25,3	25,4	25,8	24,9	24,6	25,7	26,9	28,8	28,7	-1,8%	-11,7%	11,2%	
	SERVICIOS	28,2	28,1	28,1	28,1	28,1	28,2	28,2	28,8	28,4	28,6	29,2	29,5	30,3	30,7	8,9%	2,3%	6,5%	
	TOTAL	26,7	26,7	26,8	26,7	26,7	26,7	26,9	27,4	27,6	28,3	28,8	29,3	30,0	30,4	13,9%	2,7%	10,9%	
NIVEL DE VIDA	RESIDENCIAL (hab/M€)	52,1	50,7	50,2	49,9	49,1	48,4	47,1	45,7	46,0	48,2	48,7	49,3	50,8	51,6	-0,9%	-12,3%	13,1%	
	TRANSPORTE PRIVADO (veh/k€)	16,4	16,2	17,0	17,0	17,2	18,8	19,3	19,9	20,2	21,3	21,8	22,3	23,2	23,9	45,5%	21,1%	20,1%	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos IDAE (2016) INE (2016a y 2016b) MF (2013) REE (2001 y 2014)

Tabla G. 8 Factores de descomposición de Andalucía 2000-2013

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2000-2013	2000-2007	2007-2013
INTENSIDAD ENERGÍA tep/kht	PRIMARIO	1,5	1,5	1,5	1,8	2,3	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,4	2,4	56,4%	58,1%	-1,1%
	INDUSTRIA	6,4	6,6	6,7	7,0	6,4	6,9	6,5	6,9	7,6	7,4	7,6	7,7	8,2	7,8	21,5%	7,4%	13,2%
	CONSTRUCCIÓN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	116,1%	72,1%	25,6%
	TRANSPORTE	13,5	13,4	13,5	13,4	13,7	13,3	13,1	13,2	12,7	11,8	11,5	11,6	11,6	10,8	-20,1%	-2,0%	-18,5%
	SERVICIOS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	-30,7%	10,9%	-37,5%
	TOTAL	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-23,3%	-2,1%	-21,7%
INTENSIDAD ENERGÍA RESIDENCIAL tep/hab		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	4,2%	2,0%	2,1%
INTENSIDAD TRANSPORTE PRIVADO tep/veh		1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	-44,7%	-16,1%	-34,0%
PRODUCTIVIDAD €/ht	PRIMARIO	13,0	12,7	12,1	12,7	13,1	12,1	13,4	14,2	14,7	15,8	16,2	16,5	15,3	19,6	50,3%	9,4%	37,4%
	INDUSTRIA	25,9	25,9	26,7	27,4	27,5	28,1	28,5	28,3	27,9	28,1	31,6	33,6	35,7	27,1	4,4%	9,2%	-4,4%
	CONSTRUCCIÓN	27,8	27,5	28,4	28,3	27,3	26,8	25,8	25,4	29,2	36,2	35,8	37,2	45,7	38,7	39,4%	-8,5%	52,5%
	TRANSPORTE	27,0	26,4	26,3	26,2	25,3	23,9	23,2	22,9	20,2	19,3	19,5	20,7	22,6	23,8	-11,6%	-15,2%	4,2%
	SERVICIOS	37,2	37,3	37,4	37,3	37,2	37,1	36,7	37,2	23,4	23,9	24,7	25,1	25,8	28,7	-22,9%	-0,1%	-22,8%
	TOTAL	30,0	29,9	30,2	30,4	30,4	30,2	30,2	30,2	30,6	23,8	24,6	25,3	25,7	26,7	-6,4%	1,8%	-8,1%
NIVEL DE VIDA	RESIDENCIAL (hab/M€)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-7,5%	-14,4%	8,0%
	TRANSPORTE PRIVADO (veh/k€)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8%	18,9%	16,8%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos AAE (2004 y 2015) MINETUR (2015) IECA (2015) MF (2013)

Tabla G. 9 Comparativa resultados para el periodo 2000-2008 de los métodos LMDI-I (macroeconómico) y SDA (ktep)

ESPAÑA				ANDALUCÍA			
SDA		LMDI-I		SDA		LMDI-I	
ΔIN	-13.296	Efecto intensidad sectorial	-13.514	ΔIN	-3.078	Efecto intensidad sectorial	-3.213
ΔL	-4.395	Efecto estructura	-2.835	ΔL	571	Efecto estructura	127
Δy_s	-584			Δy_s	-43		
Δy_p	16.396	Efecto actividad	23.229	Δy_p	3.084	Efecto actividad	4.903
Δp_{ind}	7.948			Δp_{ind}	1.163		

Fuente: Elaboración propia

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Tabla Simétrica España 2000

	Transporte por ferrocarril	Transporte terrestre y transporte por tubería	Transporte marítimo	Transporte aéreo y espacial	Actividades anexas a los transportes	Actividades de agencias de viajes	Correos y telecomunicaciones	Intermediación financiera	Seguros y planes de pensiones	Actividades auxiliares	Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	Alquiler de maquinaria y equipos domésticos	Actividades informáticas	Investigación y desarrollo	Otras actividades empresariales	Educación de mercado	Sanidad y servicios sociales de mercado	Saneamiento público de mercado	Actividades asociativas de mercado	Actividades recreativas, culturales y deportivas	Actividades de servicios personales	Administración pública	Educación de no mercado	Sanidad y servicios sociales de no mercado	Saneamiento público de no mercado de las AAPP	Actividades asociativas de no mercado de las ISFLSH	Actividades recreativas y culturales de no mercado	Hogares que emplean personal doméstico	Total demanda intermedia	Total gasto en consumo final	Gasto en consumo final de los hogares	Gasto en consumo final de las instituciones privadas sin fines de lucro	Gasto en consumo final de las Administraciones Públicas	Formación bruta de capital	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Total exportaciones	Exportación Unión Europea	Exportación a terceros países	Total demanda final	Total empleo		
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73															
Agricultura, ganadería y caza	1	0	1	7	1	2	10	3	0	0	22	3	0	0	71	27	21	0	0	550	2	73	10	24	1	1	31	0	27327	6737	6605	24	108	691	621	70	7094	6214	880	14523	41848		
Silvicultura y explotación forestal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	3	2	0	0	0	1540	101	101	0	0	476	1	475	176	153	22	753	2091			
Pesca y acuicultura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	0	0	1	0	5	1	9	0	0	0	1060	2056	2056	0	0	1	0	1	295	164	130	2352	3409			
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	4	0	0	0	0	4	0	0	2	1	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	5	0	2045	12	12	0	0	12	12	0	2	1	1	26	2067		
Extracción de cruas de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0	2	0	1	2	10	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15500	1	1	0	0	161	3	158	7	5	1	69	15664			
Extracción de minerales metálicos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1296	1	1	0	0	2	1	1	55	36	19	55	1345			
Extracción de minerales no metálicos	7	0	0	0	0	6	2	8	1	0	2	0	4	0	2	0	1	16	0	5	0	2	0	1	2	0	0	2482	23	22	0	1	20	9	11	506	247	259	550	3025			
Coque, hulla y combustibles nucleares	8	33	2636	211	914	281	55	83	16	5	58	42	43	7	0	116	78	102	22	3	20	31	189	129	226	33	21	58	0	15863	5611	5599	0	11	257	13	244	5254	3118	2137	11122	26977	
Producción y distribución de energía eléctrica	9	136	341	21	10	237	10	518	158	30	50	242	82	47	3	495	79	67	56	3	40	86	788	204	195	50	18	107	0	15322	4301	4295	0	6	150	149	1	174	60	114	4625	19939	
Producción y distribución de gas	10	2	16	1	4	9	1	23	11	2	1	15	3	20	0	40	22	22	9	1	4	13	116	31	46	6	4	15	0	3171	957	955	0	2	47	47	0	23	17	6	912	4073	
Captación, depuración y distribución de agua	11	3	56	2	1	14	1	30	7	2	2	37	13	7	0	53	18	19	60	1	8	45	81	32	48	106	10	26	0	1895	1446	1444	0	2	67	68	0	41	27	14	1554	3438	
Industria cárnica	12	0	1	2	0	1	0	2	0	0	0	2	0	1	0	3	30	31	0	0	7	0	29	5	31	0	1	1	0	4474	8502	8498	0	4	37	11	26	1060	867	175	9599	14062	
Industria láctea	13	0	1	7	0	1	0	3	1	0	0	2	1	1	0	5	18	26	0	0	8	1	17	5	24	0	1	1	0	2308	5096	5091	0	5	25	22	3	496	356	140	5616	7911	
Otras industrias alimentarias	14	1	5	36	1	4	1	10	3	1	1	7	2	3	0	16	80	167	1	1	93	3	148	26	134	1	5	13	0	17588	14703	14672	0	30	127	74	52	5912	3874	2038	20741	38316	
Elaboración de bebidas	15	3	3	11	8	3	1	8	5	1	1	8	1	2	0	13	5	22	1	0	134	2	25	2	28	0	4	2	0	2649	2640	0	9	363	37	327	1571	1065	506	4583	13389		
Industria del tabaco	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	255	1792	1792	0	0	9	4	5	44	17	27	1845	2084		
Industria textil	17	0	3	7	7	16	5	14	2	0	0	2	1	7	0	55	1	24	1	2	19	2	59	6	85	1	10	15	0	8786	1624	1617	0	7	160	114	46	2778	1788	983	4563	13332	
Industria de la confección y la peltería	18	2	5	1	34	4	1	80	2	0	0	2	3	2	0	204	9	25	38	2	105	40	58	6	81	13	11	17	0	1840	8760	8756	0	3	94	18	76	1591	1060	531	10444	12266	
Industria del cuero y del calzado	19	0	1	0	1	0	0	28	0	0	0	2	0	1	0	7	1	4	0	1	14	1	20	0	5	2	2	0	2449	3302	3300	0	2	23	9	14	2472	1632	840	5796	8226		
Industria de la madera y el corcho	20	3	3	1	1	170	5	7	1	0	2	9	2	1	0	43	7	1	1	1	71	99	7	1	4	1	7	9	0	9386	190	188	0	2	125	78	48	951	679	273	1267	10633	
Industria del papel	21	2	8	1	5	102	1	191	110	39	24	55	17	37	1	364	31	25	13	3	43	17	248	70	37	1	23	27	0	11563	141	134	0	7	126	14	111	2414	1803	611	2681	14224	
Edición y artes gráficas	22	6	65	5	14	155	23	108	285	64	93	370	32	122	3	5271	125	85	9	18	699	50	579	125	173	4	102	180	0	12863	2549	2542	0	7	311	294	17	1274	742	531	4133	16675	
Industria química	23	3	30	10	8	253	87	95	20	6	4	60	4	107	3	713	64	897	73	4	259	175	254	16	1163	52	16	35	0	30958	9108	4439	2	4667	363	154	210	10880	7272	3608	20352	51286	
Industria del caucho y materias plásticas	24	1	176	0	1	330	1	61	9	2	1	74	32	8	3	104	5	23	33	2	136	65	27	7	39	28	11	15	0	13789	429	408	0	20	243	154	89	3950	2947	1003	4621	18386	
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	3	1	0	0	3	1	75	2	0	0	2	5	0	0	15	0	1	0	0	1	0	2	0	1	0	0	2	0	2834	33	32	0	1	-13	7	-20	137	76	61	158	2967	
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	1	3	1	0	10	2	62	1	0	0	2	1	0	0	19	3	28	0	0	13	5	7	5	54	0	1	1	0	3090	86	83	0	3	-20	16	-35	646	496	152	713	3777	
Industria de la cerámica	27	3	3	0	0	16	2	142	1	0	0	3	7	1	0	23	1	5	1	1	3	13	2	14	0	10	2	0	3771	271	256	0	15	196	103	93	2130	942	1189	2597	6341		
Fabricación de otros productos minerales	28	6	1	0	0	22	0	84	1	0	0	3	2	1	0	6	0	2	0	0	6	18	7	0	5	0	0	1	0	9232	92	87	0	5	80	26	54	818	605	212	990	10194	
Metalurgia	29	3	15	1	4	7	1	16	3	1	1	6	2	4	13	1	5	1	0	4	3	11	5	9	1	1	2	0	24657	102	82	0	20	168	68	100	6070	4328	1743	6340	30969		
Fabricación de productos metálicos	30	3	19	1	5	261	4	16	14	5	5	64	127	25	2	204	13	10	22	1	97	119	104	20	20	23	6	6	0	23544	275	265	0	10	3690	3602	88	3563	2211	1352	7528	31042	
Maquinaria y equipo mecánico	31	7	85	1	2	143	4	327	11	3	1	7	108	13	0	104	22	15	52	1	78	101	592	19	31	14	8	19	0	13691	2215	2186	1	29	10848	10744	104	8658	4992	3666	21721	35381	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	8	8	4	7	57	7	455	26	8	19	20	14	158	2	385	25	13	2	3	63	25	66	29	21	2	15	13	0	3143	347	332	0	15	3944	3902	43	1850	1525	325	6142	9253	
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	2	8	1	1	57	11	433	10	1	2	8	10	24	1	36	12	25	1	1	40	8	30	19	36	1	5	24	0	10548	590	559	1	30	2457	2360	97						

Tabla Simétrica España 2008

	Agricultura, ganadería y caza	Silvicultura y explotación forestal	Pesca y acuicultura	Extracción de petróleo y gas natural. Extracción de carbón y turba	Extracción de minerales metálicos	Extracción de minerales no metálicos	Coquearías, refino y combustibles nucleares	Producción y distribución de energía eléctrica	Producción y distribución de gas	Captación, depuración y distribución de aguas	Industria química	Industria textil	Industria de la confección y la piel	Industria de la madera y el corcho	Industria del papel	Edición y artes gráficas	Industria química	Industria del caucho y de las materias plásticas	Fabricación de cerámica, cal y yeso	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	Industria de la cerámica	Fabricación de productos metálicos	Metalurgia	Fabricación de productos metálicos	Máquina y equipo mecánico	Máquinas de oficina y equipos electrónicos	Fabricación de material electrónico	Fabricación de material electrónico	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	Fabricación de vehículos de motor y remolques	Fabricación de otros material de transporte	Muebles y otras industrias manufactureras	Reciclaje	Construcción	Venta y reparación de vehículos de motor, comercio de combustibles para automoción	Comercio al por mayor e intermedios	Comercio al por menor de efectos personales	Albergamiento	Restauración							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Agricultura, ganadería y caza	1	2027	6	11	0	0	0	2	6	0	1	5934	2073	8259	1085	181	235	52	70	4	29	5	82	143	2	1	3	6	3	2	3	14	0	6	4	8	1	109	5	708	893	133	699			
Silvicultura y explotación forestal	2	31	8	0	1	0	0	2	0	0	0	18	6	27	3	0	1	0	0	366	411	0	21	64	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0	2	2	2	1	2				
Pesca y acuicultura	3	85	0	39	0	0	0	0	0	0	7	10	316	14	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	63	202				
Extracción de petróleo, gas natural, lignito y turba	4	1	0	0	20	0	0	0	7	1810	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	148	19	40	11	9	9	402	1	0	0	9	4	0	1	1	0	7	1	6	1	1	3		
Extracción de carbón y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0	0	0	0	3	0	19924	6878	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
Extracción de minerales metálicos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	34	0	8	2	2	2	2096	21	0	0	3	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0			
Extracción de minerales no metálicos	7	4	0	6	0	0	0	51	3	20	0	1	6	1	27	2	0	2	1	1	47	2	400	14	767	207	167	178	617	26	2	1	14	4	0	5	1	9	15	1167	2	35	4	4		
Coquearías, refino y combustibles nucleares	8	220	6	157	47	9	0	147	3304	2358	14	80	31	25	86	33	2	9	9	7	49	33	13	2239	108	61	16	13	14	204	72	46	5	32	50	1	43	37	16	17	293	206	485	190	39	371
Producción y distribución de energía eléctrica	9	451	2	14	93	18	0	290	137	8679	0	103	210	171	575	187	6	115	60	60	141	449	203	994	566	424	115	92	98	1022	699	258	48	340	146	11	760	129	92	66	578	497	2123	2715	435	386
Producción y distribución de gas	10	3	0	18	12	2	0	38	29	3	51	11	15	78	341	35	1	63	22	5	20	333	26	841	130	372	101	81	86	641	99	28	6	22	13	1	176	21	10	13	66	23	435	457	30	79
Captación, depuración y distribución de aguas	11	312	1	8	6	1	0	19	29	106	1	485	22	16	67	90	4	13	9	4	7	15	13	103	23	19	5	4	153	31	12	4	8	31	1	21	7	6	94	132	40	225	216	149	120	
Industria química	12	89	0	8	0	0	0	1	1	6	0	1	2013	12	497	16	0	8	35	160	3	5	4	33	4	3	1	1	1	5	7	3	2	3	4	0	4	2	5	1	34	6	144	281	188	1261
Industria textil	13	95	0	4	0	0	0	1	1	10	0	1	84	680	252	62	0	2	2	3	2	4	19	3	4	3	1	1	1	5	8	3	2	3	4	0	4	3	4	1	36	5	20	14	67	590
Otras industrias alimentarias	14	5339	1	99	2	0	0	7	11	67	0	9	547	679	9995	944	2	23	16	19	33	108	38	421	48	32	9	7	9	63	92	34	12	26	21	3	32	19	45	10	410	53	293	115	553	3057
Elaboración de bebidas	15	78	0	13	1	0	0	2	3	18	0	2	15	31	17	1341	0	4	4	3	9	6	11	113	22	10	3	2	2	12	21	8	3	7	12	1	9	4	11	2	91	16	53	30	418	6056
Industria del tabaco	16	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Industria de la confección y la piel	17	20	0	0	0	0	0	3	6	9	0	5	28	22	95	21	2	797	1228	81	39	182	115	193	23	6	5	5	23	107	57	7	35	77	2	361	47	184	22	93	16	192	37	72	442	
Industria de la madera y el corcho	18	19	0	11	1	0	0	2	1	4	0	11	7	7	57	4	0	175	747	41	7	25	13	57	55	5	1	1	1	66	19	19	7	25	67	2	147	18	50	20	250	6	92	35	45	130
Industria del papel	19	4	0	8	1	0	0	3	0	3	0	1	8	7	12	5	0	13	86	1235	6	5	10	19	62	3	1	1	1	5	12	7	2	11	15	1	46	10	11	1	37	9	25	9	8	41
Edición y artes gráficas	20	58	0	11	15	3	0	48	2	19	0	2	15	99	232	212	5	14	10	38	1698	89	35	132	76	107	29	24	25	86	188	69	19	116	186	4	90	77	1032	59	2055	11	205	45	76	255
Industria química	21	48	0	3	2	0	0	5	4	36	0	11	148	299	729	237	24	72	53	42	115	2431	1894	210	350	101	27	22	23	32	115	47	21	91	82	5	97	40	112	348	90	18	170	111	17	172
Industria textil	22	22	0	2	3	1	0	9	21	240	1	57	61	52	161	48	18	38	65	8	22	208	2438	658	113	66	18	14	15	53	122	56	213	139	282	16	121	49	40	20	439	52	575	442	47	206
Industria de la cerámica	23	877	6	24	69	13	0	24	777	578	3	465	212	103	584	384	6	534	118	106	229	675	274	11006	2474	324	79	65	88	1627	1027	344	145	635	347	35	962	347	262	131	2376	386	365	271	149	782
Fabricación de caucho y plásticos	24	176	2	31	11	2	0	314	9	28	0	19	221	259	564	419	3	128	91	218	190	194	163	1215	2605	149	50	32	34	135	482	340	144	936	63	37	2451	755	418	40	1291	678	253	214	23	177
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	25	48	0	2	8	2	0	25	17	66	0	10	9	6	32	15	0	10	10	7	20	17	14	112	44	2711	3	3	3	122	176	55	10	43	15	2	60	27	26	7	9595	23	92	36	10	56
Industria de la cerámica	26	11	1	1	1	0	0	3	5	34	0	2	17	29	178	410	0	11	2	1	39	3	5	206	42	3	712	1	1	9	294	71	21	71	7	5	317	43	29	13	258	175	27	11	13	38
Fabricación de otros productos metálicos	27	17	0	1	1	0	0	4	7	39	0	3	4	6	13	6	0	4	3	3	12	5	6	58	18	5	1	602	1	70	41	32	5	24	7	1	24	8	7	5	2332	9	33	16	16	156
Metalurgia	28	9	0	0	2	0	0	5	4	12	0	2	3	2	7	3	0	3	2	1	9	3	31	13	3	1	1	612	42	34	16	3	11	5	1	31	7	7	5	1996	6	15	8	3	28	
Fabricación de productos metálicos	29	30	0	2	10	2	0	32	28	60	0	13	14	6	50	29	1	16	6	9	27	19	113	372	213	258	69	56	59	3731	6656	2337	170	2592	7	39	2237	1003	485	157	1866	34	58	178	9	47
Máquina y equipo mecánico	30	414	5	26	54	11	0	169	62	571	3	142	132	60	628	459	10	87	41	56	172	107	150	474	446	422	117	90	97	2026	3425	2500	177	1308	49	38	2218	975	635	602	6850	371	200	306	27	235
Máquinas de oficina y equipos electrónicos	31	188	2	11	38	7	0	119	97	298	2	322	161	91	288	84	7	34	59	28	205	116																								

Tabla Simétrica España 2008

	Transporte por ferrocarril	Transporte terrestre y transporte por tubería	Transporte marítimo	Transporte aéreo y espacial	Actividades anexas a los transportes	Actividades de agencias de viajes	Correos y telecomunicaciones	Intermediación financiera	Seguros y planes de pensiones	Actividades auxiliares	Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	Alquiler de maquinaria y equipos domésticos	Actividades informáticas	Investigación y desarrollo	Otras actividades empresariales	Educación de mercado	Sanidad y servicios sociales de mercado	Saneariento público de mercado	Actividades asociadas de mercado	Actividades recreativas, culturales y deportivas	Actividades recreativas, culturales y deportivas de servicios personales	Administración pública	Educación de no mercado	Sanidad y servicios sociales de no mercado	Saneariento público de no mercado de las AAPP	Actividades asociadas de no mercado de las ISFLSH	Actividades recreativas y culturales de no mercado	Hogares que emplean personal doméstico	Total demanda intermedia	Total gasto en consumo final	Gasto en consumo final de los hogares	Gasto en consumo final de las instituciones privadas sin fines de lucro	Gasto en consumo final de las Administraciones Públicas	Formación bruta de capital	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Total exportaciones	Exportación en la Unión Europea	Exportación en terceros Países	Total demanda final	Total empleo	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73														
Agricultura, ganadería y caza	1	0	5	3	0	11	1	18	5	1	1	21	2	6	1	35	21	32	0	45	3	73	18	49	0	1	127	0	23285	9405	9183	38	184	1578	1646	-68	7505	6793	712	18488	41773	
Silvicultura y explotación forestal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	981	201	169	0	32	284	4	280	111	106	5	596	1577	
Pesca y acuicultura	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	1	0	0	9	0	0	1	0	784	2197	2197	0	1	11	0	11	398	318	81	2607	3390	
Extracción de antracita, hulla, lignito y carbón	4	0	1	0	0	6	0	0	1	0	0	3	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	2562	122	114	0	8	23	38	-16	265	234	31	410	2973	
Extracción de cruídos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26866	0	0	0	0	9244	0	9244	0	0	0	0	8923	35789	
Extracción de minerales metálicos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2180	18	10	0	8	24	17	7	781	375	406	824	3004		
Extracción de minerales no metálicos	7	0	6	0	1	10	1	3	1	0	0	4	0	2	0	9	1	4	9	0	3	1	6	0	7	10	0	0	3902	46	34	0	12	148	54	94	563	250	313	756	4658	
Coque, refino y combustibles nucleares	8	29	2876	376	1553	292	44	73	20	7	34	19	38	12	0	106	111	58	10	5	9	21	197	94	88	11	17	5	17300	9818	9790	0	27	45	45	0	6097	2486	3611	15838	33138	
Producción y distribución de energía eléctrica	9	185	383	13	25	738	11	642	195	29	61	238	105	120	16	1090	220	188	38	10	35	181	1243	188	287	42	36	28	0	30903	5739	5725	0	14	406	361	45	531	320	211	6676	37579
Producción y distribución de gas	10	4	244	31	0	4	0	28	13	2	2	15	5	37	0	114	41	45	7	3	4	22	114	35	69	8	11	8	0	5605	1336	1336	0	3	67	67	1	27	18	9	1433	7039
Captación, depuración y distribución de agua	11	6	42	9	1	34	1	24	10	3	3	33	18	15	1	154	39	41	54	5	11	70	136	33	63	60	19	0	3522	2099	1939	0	160	150	150	0	46	28	18	2296	5819	
Industria química	12	0	6	1	0	4	0	6	3	1	1	4	1	5	1	28	21	42	0	5	2	50	18	64	1	2	4	0	5123	9066	8993	0	12	208	48	159	2430	1988	443	11644	16766	
Industrias lácteas	13	0	6	3	1	6	0	5	2	1	1	4	1	4	1	23	14	27	0	0	6	2	26	12	4	1	1	4	0	2190	6572	6561	0	11	31	57	-25	833	697	136	7437	9626
Otras industrias alimentarias	14	1	71	15	2	53	2	43	17	6	6	25	10	25	7	177	68	179	6	3	56	33	24	58	273	7	10	0	24781	17668	17543	0	125	1137	479	658	8952	6573	2379	27758	52339	
Elaboración de bebidas	15	0	17	5	7	11	1	15	10	3	2	10	3	8	1	73	6	27	1	1	82	5	27	5	42	1	4	0	9020	3199	3097	0	22	465	131	334	2251	1470	781	5835	14864	
Industria del tabaco	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	60	1690	1689	0	1	14	7	7	160	64	96	1864	1924	
Industria textil	17	1	9	3	8	19	5	15	10	2	2	6	5	8	1	85	11	56	13	4	17	6	72	10	85	14	15	17	0	5376	1754	1754	0	42	286	219	67	2366	1520	845	4448	9824
Industria de la confección y la piel	18	0	8	1	60	12	2	32	4	1	0	3	2	8	1	120	16	54	11	5	74	17	92	14	83	12	19	58	0	2959	10263	10249	0	14	439	89	350	3318	2309	1009	14020	16979
Industria del cuero y del calzado	19	0	3	0	2	4	0	9	2	1	0	2	1	3	0	20	2	7	1	2	14	5	8	2	11	1	6	10	0	1911	3684	3681	0	4	49	29	19	2372	1712	660	6105	8016
Industria de la madera y el corcho	20	1	9	0	2	158	5	21	6	1	1	11	15	6	3	275	22	42	34	2	38	65	33	19	64	37	8	21	0	8472	462	453	0	10	348	296	52	1186	878	309	1997	10469
Mobiliario	21	0	16	0	3	57	4	73	16	17	27	30	28	48	5	702	82	45	201	11	59	24	156	70	68	221	40	0	10587	1494	1467	0	27	146	86	60	3620	2773	847	5260	15848	
Edición y artes gráficas	22	1	68	4	10	130	18	248	306	73	49	154	11	1057	12	3553	167	149	11	37	504	77	611	142	227	13	139	269	0	15274	1730	1656	0	74	996	938	58	945	616	329	3671	18945
Industria química	23	2	387	6	13	318	49	87	45	13	8	52	16	105	11	780	34	1682	75	7	100	105	311	29	2569	83	26	65	0	37455	12082	6388	3	5691	1732	753	979	22087	14127	7960	35901	73556
Industria del caucho y materias plásticas	24	4	133	2	14	246	2	55	16	3	2	43	26	19	8	167	10	56	23	5	83	84	68	8	85	25	19	48	0	16526	839	790	0	48	797	667	130	5629	4373	1256	7265	23791
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	1	22	1	5	15	2	61	9	3	2	12	8	11	1	94	3	20	4	1	6	22	41	3	30	4	2	5	0	13939	153	121	0	32	219	153	66	554	342	213	926	14865
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	0	6	1	2	12	2	20	2	1	1	3	2	3	0	33	4	51	8	0	8	7	8	4	77	8	1	5	0	3388	233	221	0	12	107	63	44	1012	846	167	1353	4741
Industrias de la cerámica	27	0	9	1	2	17	2	40	4	1	1	5	4	4	0	46	3	12	3	3	3	4	17	2	18	3	12	2	0	3824	246	229	0	17	210	104	106	2104	1135	968	2560	6384
Fabricación de otros productos minerales	28	0	6	0	4	28	0	8	2	1	0	3	1	3	0	18	1	5	3	0	4	7	12	1	7	3	1	2	0	3072	61	51	0	10	73	49	24	650	470	180	785	3857
Metalurgia	29	1	26	3	11	37	1	27	11	4	2	14	7	14	13	89	5	16	91	1	7	9	67	4	24	100	2	6	0	3072	240	194	0	46	746	538	209	13184	9673	3511	14170	37884
Fabricación de productos metálicos	30	8	61	5	31	270	5	160	23	5	5	37	126	33	3	273	19	44	347	2	66	106	188	16	68	382	9	42	0	29581	1829	1227	0	61	6237	6040	197	5827	3899	1927	13352	42933
Maquinaria y equipo mecánico	31	10	123	11	41	176	9	429	30	4	7	19	192	45	6	268	18	46	37	2	81	82	111	16	71	41	8	57	0	13979	3177	3306	1	210	12791	12489	303	10031	5599	4431	26339	40318
Maquinaria de oficina y equipo informático	32	1	111	1	5	15	1	329	2	0	1	30	16	287	4	139	4	14	5	1	5	116	60	3	22	6	3	3	0	6462	1576	1133	0	42	4856	4631	225	1736	1187	549	7767	14228
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	5	58	4	20	94	9	582	16	3	4	15	35																													

Tabla Simétrica Andalucía 2000

	Transporte por ferrocarril	Transporte terrestre y transporte por tubería	Transporte marítimo	Transporte aéreo y espacial	Actividades anexas a los transportes	Actividades de agencias de viajes	Correos y telecomunicaciones	Intermediación financiera	Seguros y planes de pensiones	Actividades auxiliares	Actividades inmobiliarias. Alquiler imputado	Alquiler de maquinaria y equipos domésticos	Actividades informáticas	Investigación y desarrollo	Otras actividades empresariales	Educación de mercado	Sanidad y servicios sociales de mercado	Saneariamto público de mercado	Actividades asociativas de mercado	Actividades recreativas, culturales y deportivas	Actividades diversas de servicios personales	Administración pública	Educación de no mercado	Sanidad y servicios sociales de no mercado	Saneariamto público de no mercado de las APAF	Actividades asociativas de no mercado de las IRLSRI	Actividades recreativas y culturales de no mercado	Hogares que emplean personal doméstico	Total demanda intermedia	Total gasto en consumo final	Gasto en consumo final de los hogares	Gasto en consumo final de las instituciones sin fines de lucro	Gasto en consumo final de las Administraciones Públicas	Formación bruta de capital	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Total exportaciones	Exportación en Unión Europea	Exportación de bienes Países	Total demanda final	Total empleos	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73														
Agricultura, ganadería y caza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	2	0	0	0	9	30	2	5	0	0	84	0	4667	825	823	2	0	150	6	144	3473	1471	1859	143	9021	
Subcultura y explotación forestal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	104	9	9	0	0	22	11	11	115	66	49	0	241	
Pesca y acuicultura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	0	2	0	0	0	1	0	127	132	132	0	0	11	6	6	77	22	35	20	341	
Extracción de arcilla, fusta, lignito y turba	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	5	2	3	94	94	0	0	142		
Extracción de crudo de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y todo.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Extracción de minerales metálicos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	2	2	0	0	50	22	28	65	7	40	18	125	
Extracción de minerales no metálicos	7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	561	15	14	0	0	19	6	13	73	30	23	21	660	
Coque, refino y combustibles nucleares	8	34	443	11	36	85	25	3	1	0	1	3	18	2	0	20	5	10	8	1	3	11	33	13	8	1	1	8	2864	983	983	0	0	85	41	44	2438	749	880	809	6330	
Producción y distribución de energía eléctrica	9	1	12	0	1	11	3	17	13	2	2	19	6	2	1	32	4	10	5	1	16	11	89	21	29	1	1	13	1617	611	611	0	0	3	0	2	68	2	0	66	2299	
Producción y distribución de gas	10	0	6	0	0	1	0	2	0	0	3	2	0	0	9	2	5	0	0	0	2	5	0	3	0	0	4	0	352	124	124	0	0	9	0	9	67	67	0	0	554	
Captación, depuración y distribución de agua	11	0	4	0	0	3	1	4	2	0	5	1	0	0	5	2	6	6	1	0	6	21	2	8	1	1	8	0	361	242	238	4	0	6	0	6	0	0	0	0	609	
Industria cármica	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	8	1	8	0	0	0	4	0	567	732	732	0	0	67	32	35	194	130	56	8	1547	
Industrias lácteas	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	2	0	0	0	4	0	125	199	199	0	0	29	13	16	246	211	31	4	566	
Otras industrias alimentarias	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	2	0	0	0	12	1	7	0	0	0	5	0	1203	491	490	1	0	0	0	2875	1606	771	500	4186		
Elaboración de bebidas	15	0	2	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	5	1	1	0	0	1	1	5	0	2	0	0	43	0	676	313	311	2	0	54	16	38	1019	752	188	79	2053	
Industria del tabaco	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	4	0	3	0	0	0	13	0	375	583	582	0	0	113	54	59	793	704	31	59	1780	
Industria textil	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	58	46	46	0	0	6	2	5	135	68	32	36	253		
Industria de la confección y la peluquería	18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	1	3	1	10	1	2	0	1	4	0	115	415	415	0	0	158	78	80	336	245	70	21	949	
Industria del cuero y del calzado	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	25	25	0	0	4	2	2	115	51	44	20	216		
Industria de la madera y el corcho	20	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	634	22	22	0	0	68	27	41	102	59	3	9	798	
Industria del papel	21	0	1	0	0	2	1	1	4	1	1	2	0	1	29	4	1	0	0	1	1	4	4	2	0	0	1	3	375	41	41	0	0	48	22	25	324	126	167	31	771	
Edición y artes gráficas	22	0	1	0	1	1	0	2	20	1	1	2	0	2	179	8	7	0	5	15	1	16	9	7	0	5	37	0	413	247	247	0	0	9	4	6	106	89	7	9	769	
Industria química	23	0	5	0	1	5	1	2	0	0	3	0	0	0	20	1	4	5	0	1	14	7	1	8	1	0	4	0	1229	215	215	0	0	86	37	49	1575	859	417	299	3154	
Industria del caucho y masas plásticas	24	2	22	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	8	4	1	3	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	407	27	27	0	0	48	20	27	219	131	58	30	682	
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1635	21	20	0	0	38	16	23	235	208	13	15	1911	
Fabricación de sales y productos de vidrio	26	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	1	0	0	0	0	430	6	5	0	0	3	1	6	33	25	5	3	459	
Industrias de la cerámica	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	7	7	0	0	11	5	7	27	5	3	217		
Fabricación de otros productos minerales	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	11	11	0	0	19	8	11	46	31	8	6	385	
Metalurgia	29	0	4	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	740	3	3	0	0	190	91	90	1974	541	838	595	2839	
Fabricación de productos metálicos	30	0	5	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	3	0	1341	51	51	0	0	170	35	135	308	202	49	5	1831	
Maquinaria y equipo mecánico	31	0	6	1	2	2	1	2	0	0	1	4	0	0	8	1	3	1	0	0	1	4	2	1	0	0	0	4	489	59	59	0	0	137	39	99	247	127	69	51	928	
Máquinas de oficina y equipos informáticos	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26	24	24	0	0	28	6	22	90	47	30	13	151	
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	0	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	214	7	7	0	0	93	41	52	211	144	36	31	513	
Fabricación de material electrónico	34	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	3	3	0	0	6	1	5	211	103	91	17	261	
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	70	7	6	0	0	78	6	71	252	64	157	31	389	
Fabricación de vehículos de motor y motocicletas	36	1	9	0	0	15	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0</																						

Tabla Simétrica Andalucía 2008

	Agricultura, ganadería y caza	Silvicultura y explotación forestal	Pesca y acuicultura	Extracción de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	Extracción de minerales metálicos	Extracción de minerales no metálicos	Coque, carbón y combustibles nucleares	Producción y distribución de energía eléctrica	Producción y distribución de gas	Captación, depuración y distribución de aguas	Industria cármica	Industria láctea	Otras industrias alimentarias	Elaboración de bebidas	Industria del tabaco	Industria textil	Industria de la confección y la pelotería	Industria del cuero y del calzado	Industria de la madera y el corcho	Industria del papel	Edición y artes gráficas	Industria química	Industria del caucho y de las materias plásticas	Fabricación de cemento, cal y yeso	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	Industria de la cerámica	Fabricación de otros productos minerales	Metalurgia	Fabricación de productos metálicos	Maquinaria y equipo mecánico	Máquinas de oficina y equipos electrónicos	Fabricación de material eléctrico	Fabricación de material electrónico	Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	Fabricación de vehículos de motor y remolques	Fabricación de otros material de transporte	Muebles y otras industrias manufactureras	Reciclaje	Construcción	Venta y reparación de vehículos de motor, comercio de combustibles para automoción	Comercio al por mayor e intermedios	Comercio al por menor, reparación de efectos personales	Alquiler	Restauración						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45					
Agricultura, ganadería y caza	1	472	17	0	0	0	0	1	2	0	0	678	323	1948	164	548	6	6	4	2	4	0	13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	68	138	34	187					
Silvicultura y explotación forestal	2	2	135	0	0	0	0	1	23	0	1	2	1	7	1	2	0	0	0	36	63	0	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	32	1	3	3	1	1			
Pesca y acuicultura	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	75	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	25	145				
Extracción de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	4	0	0	0	1	0	0	3	1256	36	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	55	45	2	1	220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Extracción de minerales metálicos	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Extracción de minerales no metálicos	6	0	0	0	0	0	0	1	251	7	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	11	9	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Coque, carbón y combustibles nucleares	7	0	0	0	3	0	1	12	4773	137	933	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	97	0	211	171	8	5	837	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción y distribución de energía eléctrica	8	165	7	26	11	0	2	42	1387	162	14	30	3	28	9	10	3	4	2	8	13	8	494	64	33	30	8	5	36	25	4	2	3	2	1	6	15	14	23	235	20	89	65	14	66					
Producción y distribución de gas	9	77	1	3	5	0	1	21	341	127	84	67	20	15	86	20	22	4	5	3	10	27	14	112	28	50	24	12	7	62	27	5	3	6	5	2	8	14	22	11	255	60	226	385	66	86				
Captación, depuración y distribución de aguas	10	8	0	3	1	0	0	4	661	30	2	4	11	23	4	19	1	1	1	1	16	1	132	2	9	7	18	11	45	12	1	0	0	0	0	4	4	3	2	71	8	42	46	33	48					
Industria cármica	11	129	1	0	0	0	0	10	6	0	111	3	2	14	5	3	0	0	0	0	2	1	11	2	2	3	0	0	63	3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16	102	6	49	34	25	20				
Industria láctea	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	2	2	19	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Otras industrias alimentarias	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	76	29	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Elaboración de bebidas	14	11	0	2	0	0	0	4	45	0	1	8	2	2360	133	53	1	1	0	1	3	1	7	2	1	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Industria del tabaco	15	10	0	1	0	0	0	3	1	0	1	2	0	14	161	3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Industria textil	16	457	0	12	0	0	0	2	1	0	0	92	3	96	107	73	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Industria de la confección y la pelotería	17	7	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	61	65	44	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Industria del cuero y del calzado	18	8	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	65	68	47	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Industria de la madera y el corcho	19	5	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	44	47	32	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Industria del papel	20	1	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	4	16	1	1	1	1	1	1	1	211	5	1	3	1	8	5	3	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Edición y artes gráficas	21	4	0	0	0	0	0	1	2	0	2	6	48	81	21	31	1	2	1	3	218	193	16	25	9	13	1	1	3	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Industria química	22	2	0	0	0	0	0	3	2	0	2	1	3	7	6	5	0	0	0	0	1	19	162	6	2	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Industria del caucho y de las materias plásticas	23	292	1	1	7	0	1	28	144	6	61	4	4	19	12	20	9	10	7	17	34	23	995	218	51	14	9	5	86	43	4	2	9	18	45	29	5	293	26	21	37	20	100							
Fabricación de cemento, cal y yeso	24	52	11	1	2	0	0	7	1	0	1	10	8	14	132	65	15	4	5	3	17	8	4	130	222	6	6	2	1	6	10	14	8	73	19	7	12	62	38	7	144	81	37	44	1	4				
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	25	0	6	0	0	0	0	1	73	3	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Fabricación de otros productos minerales	26	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	42	87	11	0	0	0	0	1	1	0	10	7	59	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Metalurgia	27	1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Fabricación de productos metálicos	28	7	9	0	0	0	0	2	2	3	0	7	0	2	1	2	1	1	1	1	1	14	6	22	3	0	0	567	875	46	27	81	19	8	231	187	116	50	470	4	2	33	1	3						
Maquinaria y equipo mecánico	29	146	4	1	5	0	1	18	3	13	0	23	3	62	17	8	5	5	4	20	5	4	11	14	14	16	0	0	169	377	40	24	31	26	10	22	177	71	64	1832	53	13	58	6	16					
Máquinas de oficina y equipos electrónicos	30	3	5	8	4	0	1	15	20	26	1	36	4	2	12	2	1	2	2	1	16	3	7	5	13	7	12	0	0	4	7	61	36	4	2	9	33	3	3	143	69	39	44	5	41					
Fabricación de material electrónico	31	2	3	5	2	0	0	9	12	15	0	21	3	1	7	1	1	1	1	10	2	4	3	8	4	7	0	0	2	4	36	21	2	3	1	5	19	2	2	84	41	23	26	3	24					
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	32	3	0	0	1	0	0	5	3	1	1	16	0	5	1	3	0	0	0	3	1	1	5	13	2	1	0	0																						

Tabla Simétrica Andalucía 2008

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	Total demanda intermedia	Total gasto en consumo final	Gasto en consumo final de los hogares	Gasto en consumo final de las instituciones privadas sin fines de lucro	Gasto en consumo final de las Administraciones Públicas	Formación bruta de capital	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Total exportaciones	Exportación en el exterior	Exportación en terceros Países	Total demanda final	Total empleos	
Agricultura, ganadería y caza	1	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	9	2	3	0	0	36	14	1	4	0	0	0	24	0	4731	990	986	4	0	250	303	-53	4279	1573	2706	5519	10250	
Silvicultura y explotación forestal	2	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354	20	17	3	0	96	82	14	146	107	39	251	599	
Pesca y acuicultura	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	332	332	0	0	0	0	0	0	0	38	420	720	
Extracción de antracita, hulla, lignito y carbón	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1970	2	2	0	0	1	1	0	373	7	366	376	2346		
Extracción de cruídos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Extracción de minerales metálicos	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	394	0	0	0	0	0	0	0	74	1	73	75	469	
Extracción de minerales no metálicos	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7486	7	6	0	0	2	3	-1	1415	1026	388	1424	8910	
Coque, hulla y combustibles nucleares	8	23	445	7	28	25	5	4	2	0	5	8	6	1	57	8	48	5	1	4	20	60	14	158	10	2	3	0	4144	2352	2127	225	0	-3	4	0	5474	4026	1448	7823	11985	
Producción y distribución de energía eléctrica	9	4	72	0	1	83	6	53	24	8	13	24	22	6	4	152	11	33	4	3	15	19	179	40	76	5	11	10	0	3308	924	923	1	0	23	23	0	41	2	39	988	4295
Producción y distribución de gas	10	1	14	0	0	2	0	8	2	0	0	5	1	0	20	1	7	1	0	5	4	20	5	6	0	1	4	0	1402	101	100	0	0	38	38	0	1	0	0	139	1515	
Captación, depuración y distribución de agua	11	0	7	0	0	8	2	3	3	2	1	8	4	2	1	25	6	10	1	2	8	8	26	6	26	2	6	5	0	804	418	367	51	0	62	62	1	4	1	3	485	1297
Industria cárnica	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	7	0	0	0	0	663	1449	1449	0	0	27	2	24	214	94	120	1690	2353	
Industria láctea	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	1122	1121	0	0	2	1	1	354	306	48	1477	1787	
Otras industrias alimentarias	14	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	2	9	7	7	1	0	2	1	23	3	17	1	1	2	0	3371	2098	2093	4	0	25	25	0	3946	2319	1628	5352	8724
Elaboración de bebidas	15	0	2	0	0	1	0	2	2	0	0	3	1	0	0	13	1	4	0	0	11	1	7	1	6	0	1	7	0	1635	648	644	4	0	31	21	10	872	659	213	1552	3188
Industria del tabaco	16	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	9	1	0	0	5	0	11	1	6	0	1	3	0	1195	1244	1242	2	0	26	11	15	716	467	249	1986	3181
Industria textil	17	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	0	3	0	0	0	3	7	0	19	1	1	1	0	324	1052	1052	0	0	14	6	8	294	157	137	1360	1684	
Industria de la confección y la peluquería	18	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	3	0	0	2	3	8	0	20	1	1	1	0	342	1141	1141	0	0	15	7	8	280	188	92	1435	1778	
Industria del cuero y del calzado	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	0	13	1	1	0	234	832	832	0	0	10	5	6	140	77	63	982	1216	
Industria de la madera y el corcho	20	0	1	0	0	11	0	1	0	0	0	1	9	0	1	9	0	1	3	0	0	1	10	1	0	4	0	1	0	886	63	63	1	0	31	16	15	371	317	54	465	1351
Industria del papel	21	0	5	0	1	8	3	3	19	2	1	13	1	4	2	108	10	7	1	1	9	1	36	15	16	1	5	6	0	1152	166	165	0	0	17	4	13	429	186	243	612	1764
Edición y artes gráficas	22	0	5	0	1	4	3	11	44	2	4	10	1	17	4	307	24	9	1	6	47	3	108	48	14	1	23	31	0	1098	427	423	4	0	66	62	4	178	157	21	670	1768
Industria química	23	1	11	0	0	16	4	6	5	1	1	9	1	2	2	90	6	135	15	1	7	61	47	2	474	30	2	5	0	3673	2152	1046	1106	0	67	21	46	2306	1105	1201	4525	8198
Industria del caucho y materias plásticas	24	2	41	0	0	15	0	1	3	0	0	7	26	0	1	18	3	13	1	0	2	6	9	2	7	0	0	1	0	1460	103	102	1	0	2	11	-9	712	499	213	817	2277
Fabricación de cemento, cal y yeso	25	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	2189	13	12	1	0	17	10	7	368	257	111	398	2587
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	26	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	5	1	0	0	1	3	1	8	1	0	0	1098	37	34	4	0	35	5	30	526	420	107	530	1628	
Industria de la cerámica	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	400	16	15	0	0	20	9	11	150	139	11	186	587	
Fabricación de otros productos minerales	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	235	9	9	0	0	12	6	6	89	70	19	110	345	
Metalurgia	29	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	2	0	0	0	0	1	2	1	7	0	0	0	2831	53	42	11	0	100	20	80	3419	805	2214	3572	6402	
Fabricación de productos metálicos	30	1	14	0	0	19	1	11	2	0	0	24	20	1	1	27	1	5	1	0	5	8	16	2	10	1	1	3	0	3567	332	329	3	0	802	624	178	760	545	215	1895	5460
Maquinaria y equipo mecánico	31	1	12	0	1	27	1	32	0	0	5	20	1	2	26	1	3	0	0	0	8	5	28	1	11	1	0	5	0	905	116	111	5	0	691	669	22	273	121	152	1081	1986
Maquinas de oficina y equipos informáticos	32	0	7	0	0	16	0	19	0	0	0	3	12	1	1	15	1	2	0	0	5	3	17	1	6	0	0	0	532	68	65	3	0	406	393	13	161	71	89	635	1167	
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	33	0	6	0	1	1	99	2	1	1	2	10	2	4	29	1	1	0	0	0	5	1	3	1	5	0	0	3	0	1525	561	557	4	0	531	530	1	331	34	297	1422	2947
Fabricación de material electrónico	34	0	1	0	0	1	2	172	6	0	3	0	7	20	4	112	2	17	2	1	13	1	13	11	60	4	4	9	0	1405	440	434	6	0	549	543	6	193	18	175	1182	2587
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	35	0	0	0	0	0	1	67	2	0	1	0	3	8	2	44	1	7	1	0	0	5	0	5	4	23	1	2	0	546	154	151	2	0	214	211	2	75	7	68	443	1006
Fabricación de vehículos de motor y de precisión	36	6	113	0	0	3	0	0	0	0	0	63	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0																	