



**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**METABOLISMO SOCIOECONÓMICO**

**DE ESPAÑA. 2002 - 2012**

MARIONA TATJER RECORDÀ

GRADO DE ECONOMÍA

TUTOR: GONZALO GAMBOA

09/06/2015

Este trabajo es un análisis de la sociedad española en el periodo comprendido entre 2002 y 2012. Para ello se emplea la metodología de metabolismo social que permite relacionar la población, la economía y los recursos energéticos consumidos en un mismo año. Este modelo metabólico es muy útil porque permite hacer un estudio del sistema en su conjunto, a la vez que bajar en diferentes niveles. En concreto, analizamos primero a nivel general del país, después separamos entre horas laborales y no laborales, para finalmente examinar el comportamiento en el sector productivo.

Comienza con un repaso de la economía y las políticas a partir de los años 60 hasta la actualidad. Es un periodo de convergencia hacia las economías más desarrolladas europeas gracias a la apertura comercial que empujó la demanda energética, el crecimiento económico y la población. A finales del siglo XX ,desde la Unión Europea, se empiezan a aprobar políticas con el fin de reducir la dependencia exterior energética y el impacto medioambiental. Aún y así, la dependencia de España creció a lo largo de todos estos años hasta que la crisis impactó en la economía.

Por eso resulta interesante el análisis metabólico en los años elegidos, ya que la crisis económica marca un cambio en la tendencia de las tres variables que intervienen en el modelo. Así, en el desarrollo de los resultados hemos constatado la disminución del consumo energético tanto en las empresas como en los hogares como efecto, principalmente, del colapso de la burbuja inmobiliaria. Además, la posterior destrucción de empleo y la congelación de los salarios derivó en un aumento de la productividad laboral y del consumo de energía por hora trabajada, al mismo tiempo que los hogares redujeron su consumo energético como respuesta de adaptación al menor presupuesto familiar del que disponían.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo aquí presente no hubiera sido posible sin la colaboración del tutor Gonzalo Gamboa, quien se ha mostrado atento y disponible para responder las dudas que han ido surgiendo. Así mismo, agradecer la confianza depositada para la realización de un modelo que me era desconocido y que me ha sido de gran interés personal.

Sabadell, 9 de junio de 2015

# Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLGÍA .....	4
3. RESULTADOS.....	9
3.1. A nivel de país (Nivel n).....	9
3.2. La división entre producción y consumo (Nivel n-1).....	12
3.2.1. Sector remunerado.....	12
3.2.2. Sector residencial.....	14
3.3. Nivel sectorial (Nivel n-2).....	15
3.3.1. Sector agrícola.....	15
3.3.2. Sector industrial.....	17
3.3.3. Sector servicios.....	20
3.3.4. En resumen: nivel n-2.....	20
4. CONCLUSIONES .....	21
4.1. Consideraciones finales.....	23
5. ANEXO.....	25
6. BIBLIOGRAFÍA.....	28
6.1. Artículos de revistas y libros.....	28
6.2. Documentos on-line.....	29
6.3. Artículos de diarios on-line.....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

Des de mediados del siglo XX se han emprendido una serie de medidas para que la economía española converja con los países occidentales más desarrollados en la carrera hacia el crecimiento económico. Hay tres cambios fundamentales a destacar (Carpintero, 2014):

- La modificación de la estructura productiva. Esto es, el cambio de una sociedad tradicionalmente agraria hacia una terciaria.
- El Plan de Estabilización del año 1959, como proceso de apertura exterior de la economía española. Y la posterior entrada en la CEE (Comunidad Económica Europea).
- El incremento del peso del sector público en el gasto total del país, que sin embargo, desde los años 90 se ha ido reduciendo con la intención de cumplir con los requisitos del Tratado de Maastricht (1992) primero y segundo, por la necesidad de reducir el déficit público acentuado con la crisis.

Estos cambios impulsaron los años de mayor crecimiento de la economía española, de su población y del consumo de energía hasta el año 2007 cuando estalló la crisis financiera.

El paso de una estructura agrícola hacia una terciaria modificó las necesidades energéticas. En los años 60 la actividad de la sociedad subsistía con un 60% de recursos renovables frente a un 40% de combustibles fósiles. Pero en 2007 esta relación había cambiado drásticamente, con un 83% de consumo de combustibles fósiles y un 17% de renovables (biomasa vegetal). Dados los bajos recursos fósiles de los que dispone el país, se ha pasado de una tendencia de autoabastecimiento hacia la dependencia exterior, que alcanza ya el 80% (Carpintero, 2014). Este proceso de expansión económica y consumo energético fue estimulado por el efecto arrastre del sector de la construcción, clave como motor de crecimiento de la economía.

En la actualidad, la política económica está encaminada a reestructurar la economía española . En el año 2012 el gobierno español presentó el plan *Estrategia española de política económica* con la intención de señalar los mecanismos a seguir para mejorar la

competitividad de la economía. Las debilidades que enumeran son: el estancamiento del PIB, la elevada tasa de paro, los elevados costes de financiación, la pérdida de competitividad, el elevado déficit público, la excesiva deuda externa y la necesidad de reestructurar el sector financiero que cuenta con un importante volumen de activos que necesitan ser saneados. Todo ello como respuesta al escenario que ha dejado tras de si la recesión económica y con el que se pretende alcanzar el objetivo de llegar a la estabilidad macroeconómica, lograr un alto grado de flexibilidad que permita reajustar los precios relativos y, lograr niveles y costes de financiación que permitan crear empleo. Para ello se han puesto en marcha políticas de consolidación fiscal, reformas financieras que han supuesto el fin de las cajas a través de la fusión con los bancos y de las que se ha reestructurado su deuda, y reformas estructurales que van desde la reforma laboral que ha abaratado y flexibilizado el despido, pasando por la liberalización de los servicios, hasta reformas energéticas como medida para contener el déficit tarifario acumulado (que en 2011 alcanzó los 24.000M€), suspendiendo incentivos económicos a la construcción de nuevas instalaciones y las subvenciones tarifarias<sup>1</sup>.

En materia de política energética, España se ha caracterizado por ser un país con alta dependencia en importaciones de hidrocarburos (petróleo y gases). La dependencia energética (las importaciones de energía necesarias para cubrir el consumo total) media de la Unión Europea, UE-28, se ha situado en los últimos 10 años sobre el 50% del total de su consumo, mientras que en España en 2008 alcanzó un pico con un 81,3%, si bien en los siguientes años se ha reducido hasta alcanzar el 70,5% en 2013 (Eurostat). El informe *Ocasional Papers 196* presentado por la CE (2014) señala que la totalidad de los hidrocarburos consumidos en España se tienen que importar, pero que los riesgos de la alta dependencia se mitiga por una gran diversificación de los países de origen de los combustibles importados. Los principales suministradores de petróleo son los países miembros del grupo OPEP (57%), seguido de México (15%) y Rusia (14%), mientras que en los gases son Argelia (42%), Nigeria (15%) y Qatar (12%). Actualmente hay en vigor un Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética impulsado desde la UE que se aprobó en 2003 y se ha ido actualizando hasta la última versión en 2014. El objetivo principal de este plan es reducir un 20% el consumo energético europeo en 2020 respecto al consumo en 2007. El nuevo Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2014-2020<sup>2</sup> establece las medidas que se emprenden en España para conseguir el objetivo. Entre ellas destacan el Programa de Incentivos al Vehículo Eficiente (PIVE), un Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios Existentes del sector residencial (viviendas y hoteles) (PAREER), un Plan de Impulso del Medio Ambiente (PIMA)

---

1. Gobierno de España. “Estrategia española de política económica. Balance y reformas estructurales”. (2012)

2. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. “Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2014-2020”. (2014)

Aire (para la adquisición de coches comerciales) y (PIMA) Sol (para la rehabilitación energética de instalaciones hoteleras). Además de las campañas nacionales de sensibilización sobre ahorro y eficiencia energética.

Por otro lado, el déficit tarifario mencionado líneas arriba, se empezó a gestar en el año 2000<sup>3</sup> con objeto de evitar que las subidas del precio de la electricidad complicaran el cumplimiento de los objetivos de inflación dictados desde la UE. Además, en la legislatura socialista (2004-2011) se apostó por el desarrollo de la energía renovable a través de subvenciones a la generación de energía solar y eólica, que contribuyó a la expansión de las energías renovables en la producción de electricidad ,superando la media europea (persiguiendo el objetivo de 20% de consumo energético proveniente de renovables), pero también al aumento del déficit tarifario. Fruto de este elevado déficit, el posterior y actual gobierno emprendió medidas para rebajarlo y aprobó la Ley del sector eléctrico. Las principales medidas son la supresión de las subvenciones a las energías renovables, y la no responsabilización por parte del gobierno del déficit, lo que se traduce en un aumento del precio final del consumidor.

El presente trabajo tiene el objetivo de hacer un diagnóstico a nivel de la economía Española en cuanto a la relación entre la generación de riqueza (i.e. PIB) y el consumo de energía, tanto a nivel de la sociedad en general, y a nivel de los distintos sectores económicos: primario, secundario y terciario. Para ello se estudia la evolución del consumo energético y la generación de riqueza, en relación a variaciones en la población y al tiempo humano dedicado a los distintos sectores económicos. El estudio se centra en un periodo de la economía que comprende los años 2002 hasta 2012, y que incluye los años de la crisis. A partir de este análisis, se pueden diferenciar dos periodos que marcan el cambio de la tendencia de la economía española:

- 2002-2007: Periodo de crecimiento de la economía alentado por unos intereses financieros casi nulos, que sirvieron para financiar la especulación inmobiliaria y el endeudamiento del sector privado, particularmente las familias españolas. La población crecía en gran parte gracias a la llegada masiva de inmigración que encontraba trabajo de bajos salarios. Los ingresos públicos aumentaron pero no se redistribuyeron en términos de desigualdad. 2007 es el año de máximo consumo energético de la sociedad española.
- 2008-2012: en el año 2008 estalla la crisis financiera mundial acrecentada en España por la

---

3.Clavero, Vicente. “La vacilante política energética de Rajoy irrita a consumidores, ecologistas y grandes eléctricas”. Público. (2013)

especulación inmobiliaria. Empieza la contracción de la economía y de la demanda energética, acentuada por el colapso del sector de la construcción. La destrucción de empleo y el ajuste de salarios cambian las expectativas laborales y con ello el crecimiento de la población, que crece a una tasa inferior que en el periodo anterior. El sector servicios es el que mejor resiste la crisis y el responsable del significativo mantenimiento del PIB .

A continuación pues, se procede al desarrollo de los resultados. El análisis metabólico permite incorporar los recursos energéticos en el estudio de la estructura productiva de una economía a fin de examinar el papel que juegan en ella. Así podemos plantearnos cambios tecnológicos, como sectores más intensivos en electricidad por ejemplo. Comparar economías de distintos países. O valorar los cambios necesarios para implantar una nueva política económica, como la que se plantea en la Unión Europea de llegar al 20% de PIB procedente del sector industrial para el año 2020.

Durante la etapa final de éste trabajo, ha sido presentado el estudio del Metabolismo socioeconómico regional de España, dirigido por Óscar Carpintero. En este trabajo se ha hecho el estudio metabólico para cada Comunidad Autónoma de España y un análisis exhaustivo de los flujos materiales. Nos servirá pues, para comparar los resultados en ambos trabajos.

Los apartados que siguen son: la metodología usada en este trabajo, el análisis metabólico de la sociedad española, los resultados que hemos calculado en cada nivel del estudio y finalmente el apartado de conclusiones, donde se comparan los resultados de éste trabajo con el reciente publicado por Carpintero.

## 2. METODOLGÍA

El presente trabajo se basa en el concepto de metabolismo social, el cual hace referencia al control y la transformación de energía y materiales por parte de la sociedad para mantener su existencia (Giampietro et al 2009)<sup>4</sup>. Así, un sistema metabólico es un sistema capaz de estabilizar flujos de recursos energéticos y materiales, generando productos y desechos. Podemos así considerar que la economía española es un sistema metabólico porque requiere energía y fuerza laboral de la población para poder producir bienes comerciales, a la vez que la población precisa energía, bienes y tiempo para poder desarrollarse y ejercer de fuerza laboral.

Para la representación de un sistema metabólico, Georgescu-Roegen (1971) propuso el uso de un modelo de fondos y flujos. Los **fondos** hacen referencia a los agentes que mantienen su identidad en

---

4. Giampietro, Mario; Mayumi, Kozo; Ramos-Martin, Jesus."Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale". *Science Direct. Energy*. (2009)

el tiempo considerado para la representación del sistema. Categorías consideradas fondo son la tierra, la gente y el capital. En el trabajo aquí presente contamos con el fondo de las horas totales disponibles de la población española que subdividimos en dos grupos: las horas en el sector remunerado y en el sector residencial. El papel que desarrolla el sector residencial dentro del sistema socio-económico es esencial, pues es el sector responsable del mantenimiento y reproducción del fondo de actividad humana HA (Human Activity). Es decir, es aquí donde se utilizan energía y materiales necesarios para mantener y reproducir el FONDO de actividad humana. Los hogares consumen bienes, servicios y energía para reproducir la actividad humana que será destinada al sector del trabajo asalariado para la producción de bienes y servicios. Es así que, de acuerdo con Georgescu-Roegen (1971), el proceso económico no produce bienes y servicios para su consumo. En su lugar, se crea un sistema reproducible capaz de llevar a cabo una serie de procesos integrados y coordinados de producción y consumo de bienes y servicios. En otras palabras, la producción y el consumo son dos caras inseparables de la misma moneda.

Los **flujos** por otro lado son aquellas categorías que aparecen o desaparecen durante el tiempo considerado para la representación del sistema; por ejemplo, el valor agregado, las materias primas, la energía y los productos. De esta manera, los fondos transforman los flujos entrantes en flujos salientes (consumiendo o generando flujos) para su propia reproducción. De esta manera, el modelo hace referencia explícita de las categorías que tienen que ser reproducidas (fondos) de aquellas que son utilizadas (flujos) para la reproducción de las primeras.

El modelo de fondos y flujos utiliza indicadores extensivos e intensivos para la representación y análisis de los sistemas metabólicos. Los **indicadores extensivos** son aquellos que se pueden sumar. Caracterizan el tamaño del sistema, de sus sectores y subsectores. Estos indicadores se expresan en términos de categorías fondo o categorías flujo. Así, cuando hablamos del tamaño del sistema en términos de fondos podemos utilizar el número de personas medido en horas de actividad humana. En este caso estamos representando *lo que el sistema es*. Por otro lado, cuando nos referimos al tamaño del sistema en términos de flujos, podemos utilizar la cantidad de energía consumida medida en TJ/año y el valor agregado generado en €/año. En este caso, estamos representando *lo que el sistema hace*.

Los **indicadores intensivos** por su parte, son aquellos que representan una tasa de uso, y describen la intensidad a la que opera el sistema: *cómo hace lo que hace*. En este caso, se utilizan los cocientes entre flujos y fondos referidos a una misma escala o sector; que tienen la forma  $flow_k/fund_k$ . Así, estos cocientes representan la velocidad o intensidad con la que los flujos son

consumidos o producidos por unidad de fondo (e.g. el flujo de valor añadido por hora de actividad humana de toda la sociedad, medido en €/h, o el consumo de energía por hora de actividad humana de cada uno de los sectores económicos, medido en kWh/h).

El estudio de los sistemas socioeconómicos desde la perspectiva del metabolismo social aporta una visión integrada de los diversos sectores y subsectores que conforman el sistema; ya sea aportando una visión del sistema a diferentes escalas, como relacionando los sectores de la producción y el consumo. Por lo mismo, ha sido aplicado al estudio de diversos países y economías, tales como China (Ramos-Martin et al. 2007), Cataluña (Ramos-Martin et al. 2009) , India y China (Velasco-Fernández et al. 2015), o el Reino Unido (Gasparatos et al. 2009), para el conjunto de los países, la metodología aplicada es similar a los estudios mencionados, lo que nos da la posibilidad de realizar estudios comparativos en el futuro.

En este estudio los indicadores extensivos utilizados son:

Nivel	Indicador	Definición	¿Cómo se calcula?	Unidad	Fuente
Nivel n (Nivel de país)	<b>THA</b> (Total Human Activity)	Fondo. Tiempo total disponible de una población en un año	= población x 8.760 (horas/año)	h (Horas)	<a href="http://www.ine.es">www.ine.es</a> (Instituto Nacional de Estadística)
	<b>VAB</b> (Valor Agregado Bruto)	Flujo. Valor total de la producción corriente de todos los bienes y servicios, sin impuestos, de un país durante un año	= VA sector primario + VA sector secundario + VA sector terciario	€ (Euros)	<a href="http://www.ine.es">www.ine.es</a> (Instituto Nacional de Estadística)
	<b>ET</b> (Energía Total)	Flujo. Consumo final total de energía en la economía durante un año	Combustibles fósiles líquidos, sólidos y gaseosos, electricidad y otros <sup>5</sup>	J (Joules)	<a href="http://www.idae.es">www.idae.es</a> (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

5. Otros: suma del consumo de carbones más energías renovables

Nivel	Indicador	Definición	¿Cómo se calcula?	Unidad	Fuente
Nivel n-1  (División entre producción y consumo)	<b>HApw</b> (Human Activity, paid work)	Fondo. Horas totales del trabajo remunerado durante un año	= población activa x horas semanales trabajadas x 48 semanas	h (Horas)	<a href="http://www.ilo.org">www.ilo.org</a> (International Labour Organization)
	<b>HAhh</b> (Human Activity, household)	Fondo. Horas totales en los hogares durante un año	= THA - HApw	h (Horas)	-
	<b>Etpw</b> (Energía total, paid work)	Flujo. Consumo final energía en el sector remunerado	Combustibles fósiles líquidos, sólidos y gaseosos, electricidad y otros	J (Joules)	<a href="http://www.idae.es">www.idae.es</a> (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)
	<b>EThh</b> (Energía total, household)	Flujo. Consumo final energía en los hogares. (Se considera un 50% de la energía en el transporte como consumo de los hogares (transporte privado) <sup>6</sup> )	Combustibles fósiles líquidos, sólidos y gaseosos, electricidad y otros	J (Joules)	<a href="http://www.idae.es">www.idae.es</a> (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)
Nivel n-2  (Nivel productivo sectorial: misma técnica para sector agrícola, industrial y servicios)	<b>HAag</b>	Fondo.	= ocupación x horas semanales trabajadas x 48 semanas	h (Horas)	<a href="http://www.ilo.org">www.ilo.org</a> (International Labour Organization)
	<b>HAind</b>	Horas totales del trabajo remunerado en el sector durante un año			
	<b>HAs&amp;g</b>	(ag: Agricultura y pesca. ind: Industria, incluyendo construcción, manufacturas, energía y minas. s&g: Servicios y gobierno)			
	<b>Etag</b>	Flujo.	Combustibles fósiles líquidos, sólidos y gaseosos, electricidad y otros	J (Joules)	<a href="http://www.idae.es">www.idae.es</a> (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)
	<b>ETind</b>	Consumo final total de energía en el sector durante un año			
	<b>ETs&amp;g</b>	(s&g: Se considera el 50% de la energía en el transporte restante como consumo de sector servicios)			

Taula 1: Indicadores extensivos

6. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Y los indicadores intensivos son:

Nivel	Indicador	Definición	¿Cómo se calcula?	Unidad
<b>Nivel n</b> <b>(Nivel de país)</b>	<b>VAB/THA</b> (PIB per cápita)	Flujo/fondo.	=VAB/THA	€/h
	<b>EMRes</b> (Exosomatic Metabolic Rate, es: España)	Flujo/fondo. Tasa de metabolismo exosomático de la sociedad. Energía consumida por hora	=ET/THA	MJ/h
<b>Nivel n-1</b> <b>(División entre producción y consumo)</b>	<b>ELPpw</b> (Economic Labour Productivity)	Flujo-fondo. Productividad del trabajo. Generación de valor agregado por hora de actividad productiva remunerada	=VAB/HApw	€/h
	<b>EMRpw</b>	Tasa de metabolismo exosomático de la actividad productiva remunerada. Energía consumida por hora laboral	= ETpw/HApw	MJ/h
	<b>EMRhh</b>	Tasa de metabolismo exosomático de las actividades en el hogar. Energía consumida por hora no laboral	= EThh/HAh	MJ/h
<b>Nivel n-2</b> <b>(Nivel productivo sectorial: misma técnica para sector agrícola, industrial y servicios)</b>	<b>ELPag</b>		=VAag/HAag	
	<b>ELPind</b>	Productividad del trabajo en cada sector	=VAind/HAind	€/h
	<b>ELPs&amp;g</b>		=VAs&g/HAs&g	
	<b>EMRag</b>		= ETag/HAag	
	<b>EMRind</b>	Tasa de metabolismo exosomático en cada sector	=ETind/HAind	MJ/h
	<b>EMRs&amp;g</b>		=ETs&G/HAs&g	

Taula 2: Indicadores intensivos

En el apartado *Resultados* que sigue a continuación se desarrollan estos indicadores para la economía española en los años 2002-2012. Hay tres niveles de estudio: el nivel n son las variables agregadas a nivel de país, es una primera visión de la evolución en conjunto de la economía española. En el nivel n-1 se desagregan los indicadores entre el sector remunerado y el sector

residencial a fin de ver el peso y reparto del trabajo y el consumo energético de ambos sectores. Finalmente, prosigue el análisis del sector remunerado en el nivel n-2, donde desagregamos los tres sectores de la economía: el sector agrícola, el sector industrial y el sector servicios. Y veremos como en términos energéticos el sector industrial es el mayor consumidor y, en términos de valor agregado el sector servicios es el que más genera, con un sector agrícola cada vez más residual.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. A nivel de país (Nivel n)

Entramos en el primer nivel de análisis del modelo donde se presentan las principales variables agregadas del país. Como variables extensivas el PIB, el consumo total de energía (ET) y las horas totales de la población (THA). Como variables intensivas el PIB per cápita (PIB/THA) y la energía consumida por hora o tasa de metabolismo exosomático (EMRes).

El Gráfico 1 muestra la evolución del consumo energético junto al crecimiento del PIB en España, para los años estudiados en el trabajo. Desde el año 2002 la tendencia de ambas variables era de crecimiento, el PIB crecía a una mayor tasa que el consumo energético. En el año 2006, se anticipa el escenario de la recesión económica con un descenso del consumo energético

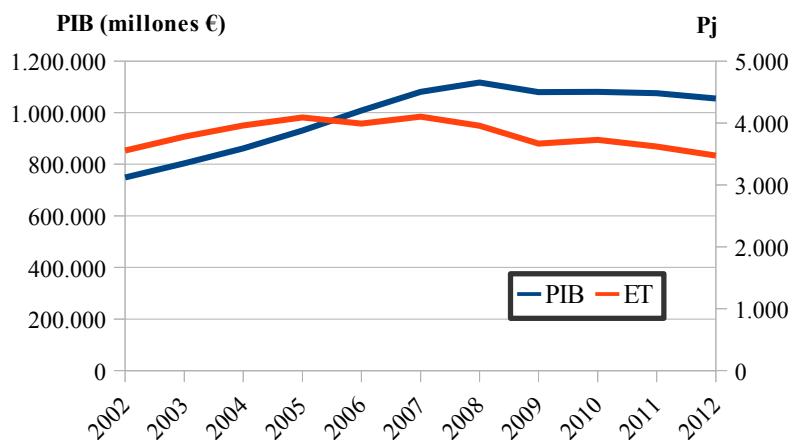


Gráfico 1: Evolución del consumo total de energía (ET) y PIB en España en el periodo 2002-2012.

Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 1

que repunta en el 2007 con un máximo. Este último pico de consumo energético marca el punto de inflexión a partir del cual se entra plenamente en la recesión económica y empieza a descender hasta situarse en 2012 a valores de consumo por debajo del año 2002. La caída que sufre el PIB, en cambio, no es tan intensa. Esto generalmente se explica diciendo que hay una mejora en el uso de energía por unidad de valor añadido. Pero como veremos más adelante, se debe a un cambio en la aportación de cada uno de los sectores económicos. Así, el sector servicios, con una menor tasa de metabolismo exosomático, tiene una mayor participación en el PIB.

El consumo energético ha sido desigual entre las distintas fuentes energéticas: los productos derivados del petróleo, el gas natural, la electricidad y la variable otros, que incluye el carbón y la categoría de energías renovables (biomasa, biocombustibles y muy residual, solar térmica) (Gráfico 2). Entre los años 2002 y 2007 creció el consumo de cada fuente, pero a partir del 2008 empieza el descenso que se

concentra básicamente en los productos petrolíferos. En concreto, si en 2002 el petróleo representaba el 53% de la energía total consumida en España, en 2012 fue del 48,10%, lo que supone una caída del 19%. Por contra, el resto de fuentes energéticas en 2012 presentan un consumo superior al de 2002, en concreto para cada fuente el crecimiento fue: electricidad + 14%, gas natural + 6% y otros + 24,5%. A destacar el cambio sufrido en el grupo *otros* donde el consumo de carbón sí se ha reducido gradualmente durante todo el periodo. Así, el aumento del consumo en este grupo se debe a un mayor uso de biocombustibles que se intensifica sobre todo a partir de 2009, se pasa de consumir 6 PJ en 2002 a 89 PJ en 2012. La biomasa aporta a lo largo del periodo más de la mitad del consumo del grupo *otros*, a partir de 2009 con el impulso de los biocombustibles empieza a perder peso.

En el mismo periodo, la población española aumentó a una tasa interanual del 1,2%, lo que conlleva un incremento en el THA, es decir, aumentaron las horas totales disponibles de la población cada año. Se pueden diferenciar dos períodos. El primer periodo comprende los años 2002 a 2008, es el periodo en que más crece la población, en gran parte gracias a la inmigración que llegaba al país en busca de trabajo. El segundo periodo comprende los años 2009 en adelante, que es cuando el crecimiento de la población empieza a estancarse. En 2009 la tasa de paro española se situó en un 18,66% (INE), lo que redujo los incentivos migratorios hacia España y así empezó a disminuir el número de inmigrantes que llegaban al país, al mismo tiempo empezó a crecer los españoles que emigraban fuera de él. De esta manera, el año 2010 fue el primer año (desde que se tienen datos) en que el saldo migratorio español fue negativo. Según se desprende de la “Estadística

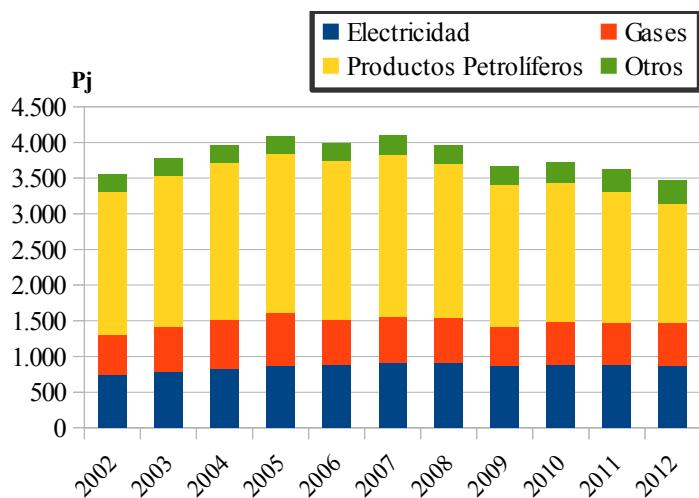


Gráfico 2: Consumo energético por producto en el periodo 2002-2012.

Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 2

de migraciones 2012” publicado por el INE (2013), la población española se redujo en 2013 y las proyecciones que hacen a largo plazo (2012-2052) es de una continua reducción de la población residente en España, por lo tanto, se espera que el THA vaya disminuyendo en los próximos años.

A partir del Gráfico 3 podemos ver cómo ha evolucionado el consumo energético y el PIB en relación al THA. La tasa de metabolismo exosomático (EMRes) es la energía consumida por hora de la población española y ha ido disminuyendo desde 2007, lo que supone un menor consumo de energía por ciudadano. La generación de riqueza por hora (PIB/THA) creció hasta 2008, lo que sugiere que los ingresos per cápita aumentaban hasta el año 2008. En 2009,

de la recesión económica se cerraron empresas y el PIB se contraíó, y con una población que seguía creciendo, aunque a menor tasa, el resultado del indicador es de un descenso.

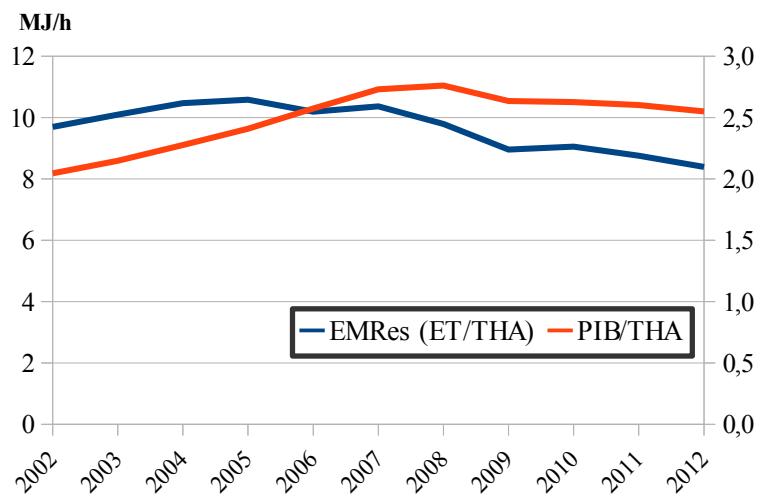


Gráfico 3: Evolución tasa metabolismo exosomático (EMR) y PIB/THA

Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 1

En comparación con la UE, el PIB per cápita de España ha convergido con la media europea desde la entrada a la CE hasta 2008, con un valor aproximado en 2008 de 2,8€/hora para el caso español y de 3€/hora de media en la UE-28, mientras que la media de la UE-15 se mantuvo constantemente superior con 3,5€/hora ( Eurostat). Como resultado de la crisis, a partir de 2009 España se desvía de la media europea y empieza la reducción de este indicador, de tal modo que la distancia entre el PIB per cápita de España con respecto a la UE-15 y UE-28 aumenta. Como apuntan en un artículo en la sección de economía de Elpais.com (2014), el PIB per cápita español se situó en 2013 al 95% de la media de la UE-28<sup>7</sup>. Así, en 2012 el PIB/THA de la UE-28 y de la UE-25 se mantuvo en el mismo valor que en 2008, mientras que el español descendió a 2,6€/h. En general la convergencia de las economías europeas se ha visto truncada a partir de la crisis, en especial la brecha se intensifica entre países del norte de Europa (su PIB se ha mantenido o ha crecido en los años de la crisis, el PIB alemán ha ganado peso en el conjunto europeo) con respecto a los del sur (donde más se ha contraído el PIB europeo). Algo parecido ocurre con el indicador EMRes. A lo largo de 2002-2012 España consume por hora menos energía que la media de la UE-

7. Pérez, Claudi. “La renta por habitante española retrocede 16 años en comparación con la UE” *El País*. (2014)

15 y la UE-28, pero hasta 2008 tiende a la convergencia con unos valores de 9,9 MJ/h para España, 11,2 MJ/h en la UE-28 y 12 MJ/h en la UE-15. En el informe *Ocasional Papers 196* (2014), presentado por la Comisión Europea, argumentan que parte de este menor consumo energético se debe al clima más cálido de España, que contribuye al ahorro de consumo térmico. En los tres casos el indicador desciende con el impacto de la recesión, pero en España se adelanta un año y el descenso es de mayor intensidad. El descenso de la media europea es más suave y con tendencia a estabilizarse, se sitúa en 2012 en 10,4 MJ/h en la UE-28 y 11,1 MJ/h en la UE-15, mientras que en España para el mismo año fue 8,4 MJ/h. Como consecuencia también crece la distancia del indicador EMRes respecto al EMR de la UE-15 y la UE-28.

### 3.2. La división entre producción y consumo (Nivel n-1)

Para ver más específicamente el reparto del consumo energético, del valor añadido y de las horas laborales y no laborales, entramos en el segundo nivel del modelo (n-1) en el que se distingue entre las actividades de producción económica, sector del trabajo asalariado PW (Paid Work) y las actividades donde tiene lugar el consumo, sector residencial o doméstico HH (Households).

#### 3.2.1. Sector remunerado

Como acabamos de ver en el apartado anterior, el consumo total de energía en España ha ido disminuyendo con el impacto de la crisis económica. El sector PW es el que más energía consume pero su peso relativo se ha reducido del 65% en 2002, al 60% de la energía total consumida en España en 2012. Se puede observar en el Gráfico 4 que el consumo en los hogares se ha mantenido parcialmente constante en el período, por lo que la reducción del consumo total del país se debe básicamente a un menor consumo energético en el sector PW.

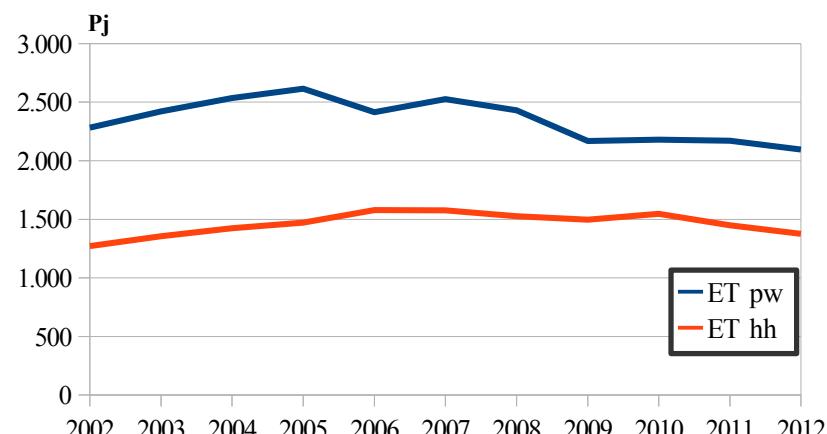


Gráfico 4: Consumo energético sector remunerado (PW) y Sector residencial (HH)  
Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 3

En el Gráfico 5 está representada la productividad del trabajo (ELP pw), que es la generación de valor añadido por hora trabajada (€/h), y la EMR del sector laboral, la energía consumida por hora de actividad laboral (MJ/h). Para mirar este gráfico debe tenerse en cuenta que en los años 2002 a 2007 se crea empleo y por lo tanto, las horas en el sector remunerado (HApw) aumentan, mientras que de 2008 a 2012 se destruye empleo.

La productividad del trabajo ha crecido a lo largo de todo el período. Considerando que en los seis primeros años se creaba empleo y que el PIB español creció hasta 2008, la nueva contratación seguía generando mayor valor añadido, aunque es a partir de 2005 y, aún más, en el año 2009 cuando la pendiente de la ELP se vuelve más pronunciada. El crecimiento de la ELP en los años 2008-2012 se debe solamente a la reducción del sector laboral, a la pérdida de empleo, puesto que el PIB se estanca en estos cuatro años. En efecto, la tasa de paro pasó del 11.5% en 2002 al 25.7% en 2012. En la siguiente sección se verá que el sector que destruyó más empleo fue el sector industrial, y que el incremento de la productividad ELP se explica también por el sector servicios que mantuvo un constante crecimiento del PIB, incrementando su productividad económica del trabajo.

La tasa de metabolismo exosomático del sector remunerado presenta un incremento hasta el año 2006. En valor absoluto se consumió más energía, pero como al mismo tiempo se contrató más fuerza laboral, el resultado es un menor uso de energía por hora trabajada. A partir de 2006 hay un estancamiento del indicador debido a un descenso, más o menos proporcional, tanto en el consumo energético como en las horas de trabajo. Hasta que en 2009, la tasa de destrucción de empleo es más elevada que el descenso del consumo energético y por eso empieza a crecer el indicador. Esto indica que cada trabajador asalariado controla una mayor cantidad de energía para la producción de bienes y servicios, con lo que se mantiene un aumento de la Productividad Económica del Trabajo (ELP) y se evita la caída del PIB.

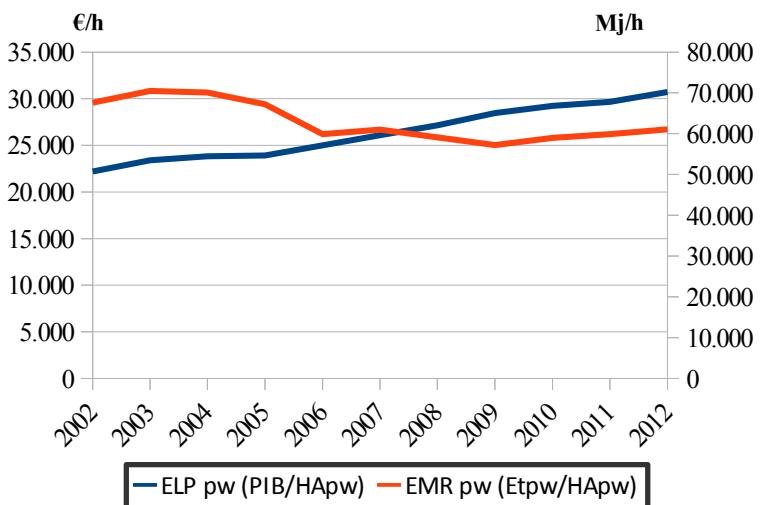


Gráfico 5: Evolución ELP y EMR del sector remunerado en el período 2002-2012

Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 3

¿Y a qué se debe ese menor consumo? A continuación, en el siguiente y último nivel del modelo se

analizarán en mayor detalle los subsectores de la economía: el sector agrícola, el sector industrial y el sector de servicios, donde veremos que el sector más intensivo en energía es el industrial y es el mayor responsable del descenso de consumo energético. También se verá que la mayor ponderación del sector servicios explica el descenso de la EMR y el incremento de la ELP.

### 3.2.2. Sector residencial

La primera idea que podríamos pensar de la destrucción de empleo a partir del año 2009, es que las horas totales en el sector residencial crecerían y con ello el consumo en los hogares. En el Gráfico 6 podemos observar la variable HAhh, la actividad humana en el sector residencial que crece a lo largo del período y, sin dejar de crecer, se va estancando a partir del año 2009 como pasa con la población total residente en España. La tasa de metabolismo por su

parte, presenta una tendencia a la disminución a partir del año 2007. Es decir, aunque aumentan las horas que la población pasa fuera del trabajo consumen menos energía por hora residencial. En efecto, el consumo energético residencial si bien se reduce, lo hace de una forma suave, y sumado al aumento de las horas en casa el efecto es de reducción del indicador EMR.

Al mismo tiempo que se destruyó empleo, los empleos que se mantuvieron sufrieron una ajuste de salarios. En el INE se puede encontrar la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF), que es una encuesta que permite conocer el gasto de consumo de los hogares residentes en España. La última encuesta realizada (2014) presenta el consumo de los hogares desde el año 2006 hasta 2013 medido en €. Al comparar el gasto en energía residencial de un hogar con respecto al total de sus ingresos, vemos que la proporción del gasto en energía ha aumentando. Se puede observar como a partir del año 2009 se empieza a reducir el presupuesto total de las familias y cómo es en los grupos de alimentación, textil y salud donde más se reduce. En cambio el gasto en energía se mantiene estable o aumenta en valores absolutos (€). Es decir, en 2007 el porcentaje del gasto medio en energía residencial en España era del 7.5%, mientras que en 2012 se situó en un 17% del presupuesto de un hogar. Eso se explica por el aumento de la tarifa energética de los hogares, puesto que el incremento

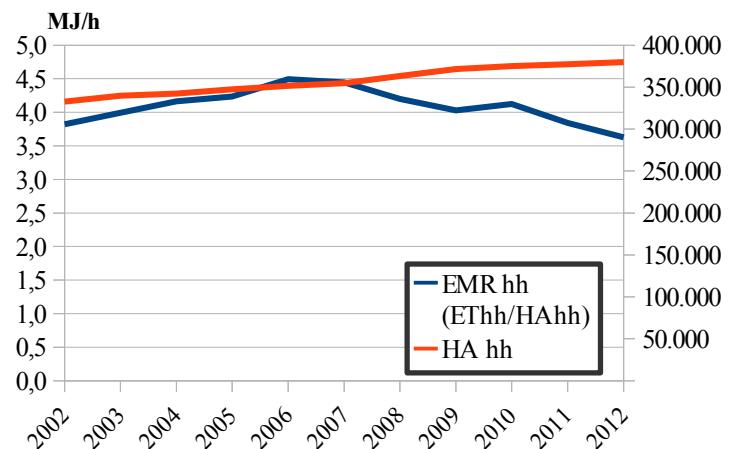


Gráfico 6: Evolución EMR del sector residencial en el período 2002-2012  
Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 3

del gasto de los hogares en consumo energético es del 19% de 2006 a 2012, mientras que el precio de la electricidad residencial incrementó un 50% des de 2007 hasta finales de 2012 pasando de 0,1152€/Kwh a 0,1789€/Kwh. El precio del gas natural aumentó un 45% en el mismo período, según datos extraídos de la oficina de estadística de la Comisión Europea (Eurostat). Es decir, el gasto absoluto en € del presupuesto de los hogares creció debido al aumento en el precio de éstos, por lo tanto, el consumo energético en los hogares descendió. Uno de los problemas asociados a la energía junto a una elevada tasa de paro es el concepto de *pobreza energética*, que con la irrupción de la crisis económica se ha introducido con fuerza en la sociedad española. Hay tres factores principales que explican el nivel de pobreza energética que son: elevadas tasas de paro, salarios bajos y también la calidad de los edificios. Es por eso que en el mapa español, los índices de pobreza energética son más elevados en las comunidades del sur, junto a Cataluña y, en cambio, las comunidades del centro-norte mantienen un mayor consumo energético.<sup>8</sup>

### 3.3. Nivel sectorial (Nivel n-2)

El último nivel del modelo analiza los subsectores productivos de la economía. A partir de las horas dedicadas en cada sector, de la energía consumida y del aporte al PIB podemos ver la estructura de la economía española y su evolución en el período estudiado.

La economía española es claramente terciaria y además sigue yendo hacia una estructura cada vez más terciaria, el sector servicios aportó el 68% del PIB del año 2012, 8 puntos más que en 2002. Al mismo tiempo, el sector agrícola y el sector industrial perdieron peso en la generación de valor añadido. En concreto, el sector agrícola pasó del 3% del PIB el año 2002 al 2% y, el sector industrial fue el que más peso perdió, bajó del 28% (2002) al 22% (2012). Cada sector ha evolucionado de forma distinta es por eso que, junto a los gráficos que se presentan, se procede ahora a analizar el comportamiento en concreto de cada subsector.

#### 3.3.1. Sector agrícola

Al tratarse de una economía terciaria, la tendencia que presenta el sector agrícola es la propia para este tipo de economía. Así pues, las horas totales disponibles en el sector agrícola han ido disminuyendo levemente desde el año 2002, en comparación con el resto de sectores ya que se partía de unos valores bajos. Al mismo tiempo la aportación de este sector al PIB también ha disminuido, como se ha mencionado líneas arriba. En el Gráfico 7 observamos que la reducción de

8. Vidales, Raquel. “*La pobreza energética se dispara.*” *El País.* (2014)

los trabajadores agrícolas ha ido en beneficio de la productividad del trabajo, que ha mejorado a partir del año 2006, es decir, la reducción de las horas trabajadas en el campo han servido para mejorar el valor añadido por hora trabajada. Para entender las razones de este aumento en la generación de valor añadido habría que estudiar la estructura interna del sector. En particular, podemos decir que el aumento de la ELP viene promovido en gran medida por el cambio del destino de la producción agrícola. Donde los productos de exportación van aumentando su importancia en la generación de valor añadido dentro de este sector. Un ejemplo es el de la industria cárnica estudiado por Toledano (2014)<sup>9</sup>

A su vez, el consumo energético ha tenido una tendencia desigual, con unos picos de consumo en los años 2004-2005 con valores de 140.000 TJ al año. A partir de 2006 el consumo de energía empieza a estancarse en un valor medio de 110.000 TJ al año. Al mirar el Gráfico 8 podemos ver como la EMR para el sector agrícola se mueve entre valores más o menos constantes hasta que en 2010 empieza a crecer, debido a un aumento del consumo energético y a la continua disminución de las horas trabajadas. Lo que implica una creciente capitalización del sector (i.e. Mayor uso de maquinaria) o un cambio en la estructura productiva<sup>10</sup>.

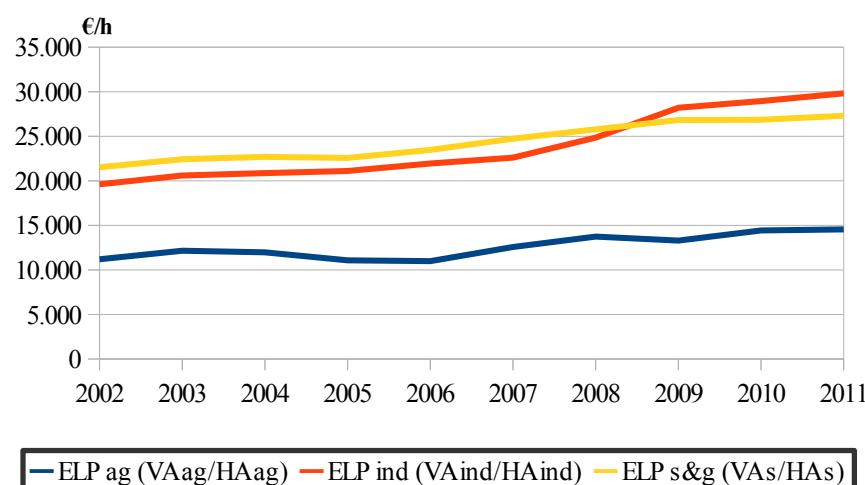


Gráfico 7: Evolución ELP para el sector agrícola, industrial y servicios en el período 2002-2012  
Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 5

9. Toledano B. 2014. Metabolismo del sector de la agricultura Española. Trabajo de final de grado. Grado en Economía. Universidad Autónoma de Barcelona

10. El estudio de los subsectores de la agricultura, servicios e industria va más allá de este trabajo. De todas maneras, es importante mencionar que es necesario seguir bajando de escala para estudiar estos subsectores y poder entender la evolución que experimentan los sectores económicos estudiados aquí

### 3.3.2. Sector industrial

El sector industrial es el sector que más trabajo ha destruido, el que más peso relativo ha perdido en la generación de PIB y en el que más se ha reducido el consumo energético. El sector industrial es el responsable del menor consumo energético de la sociedad española en los años 2002-2012. Según la Comisión Europea (CE), España es el país de la UE que más empleo industrial destruyó entre 2007 y 2012. En gran medida la destrucción del trabajo explica porqué tanto la ELPind como la EMRind presentan un crecimiento a lo largo del período 2002-2012. Para ambos casos, la variable que tiene mayor incidencia en el crecimiento de los indicadores es la destrucción del empleo. En el caso de la ELPind, al reducir las horas totales trabajadas (sumado a una rebaja salarial) se redujeron los costes salariales, a la vez que las empresas han mantenido las cuotas de ventas, sobretodo en el mercado internacional, y con ello han conseguido mayores márgenes de beneficios, una mejora de la productividad del trabajo. En cambio, la EMRind estaba disminuyendo hasta el año 2006 a costa de más trabajadores que no generaban mayor valor añadido. A partir de 2007 se empieza a destruir trabajo industrial a la vez que se va reduciendo el consumo energético y, como se destruye más empleo que lo que se reduce en energía el resultado final es de un mayor consumo energético por hora trabajada, es decir, la EMRind crece aún consumiendo menos que en los años anteriores.

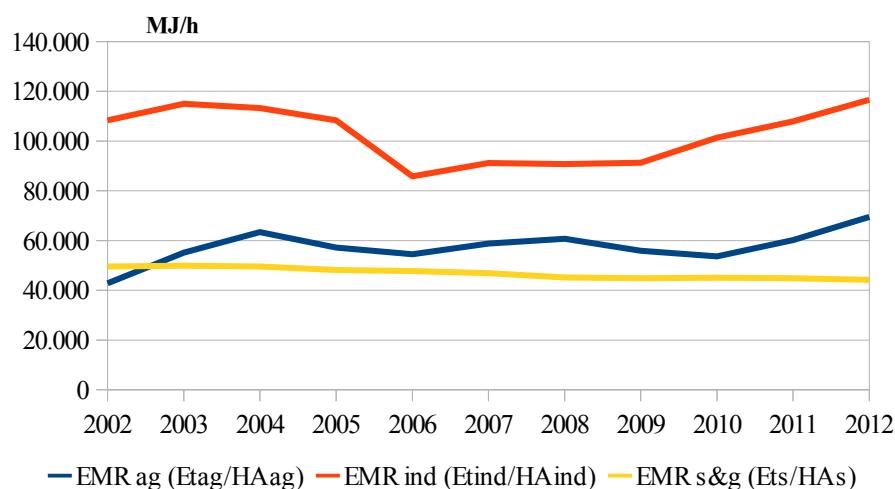


Gráfico 8: Evolución EMR del sector agrícola, industrial y servicios en el período 2002-2012

Fuente: elaboración propia. Anexo: tabla 5

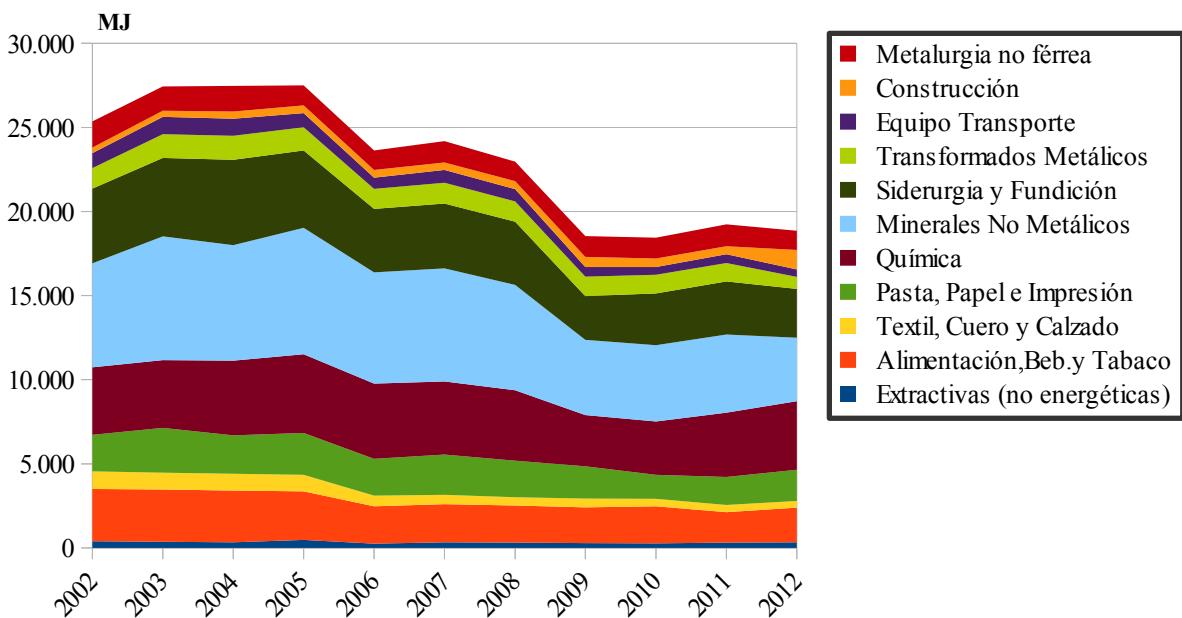


Gráfico 9: Consumo energético desagregado del sector industrial en el periodo 2002 -2012

Fuente: elaboración propia

¿Pero porqué ha impactado tanto la crisis en el sector industrial? Al hablar del comportamiento del sector industrial, un primer aspecto que debemos tener en cuenta es que incluye el sector de la construcción. Esto es importante en la medida en que España no solo sufrió la crisis financiera mundial, sino que al mismo tiempo sufrió una crisis interna en el sector inmobiliario, y que junto a la mundial, desarrolló un gran impacto negativo en toda la economía española. Es preciso hacer notar que la construcción genera efectos de arrastre sobre la economía tanto directos (bienes industriales utilizados en la construcción) como indirectos (bienes industriales utilizados como *inputs* en el proceso de fabricación). En el informe *El impacto de la crisis económica sobre la industria española (2012)*, elaborado por Miguel Tiana y publicado por el Banco de España, se concluye que más de una tercera parte del retroceso de la producción industrial española se explica por el retroceso de las industrias de la construcción. Para apoyar esta teoría se presenta el Gráfico 9, que es el consumo energético en cada subsector de la industria española para el año 2002 y 2012. En él se refleja que los sectores que más energía consumieron en 2002 fueron el de Minerales no metálicos y el de la Siderurgia. Ambos sectores están directamente relacionados con el sector de construcción, pues son los suministradores de sus *inputs* como el cimento, productos asfálticos, vidrio o el acero. La mayor reducción del consumo energético en comparación con el año 2012 es

debido a éstos dos subsectores con lo cual es apropiado afirmar que el descenso del consumo energético en el sector industrial, y por tanto en el conjunto del sector productivo, es debido al estallido de la burbuja inmobiliaria y a la posterior contracción del sector constructivo y el efecto arrastre propio de este sector.

Por otro lado, el conjunto del sector industrial español ha ido perdiendo peso relativo desde los años 90. Esta tendencia puede explicarse por distintos motivos que vamos a exponer a continuación.

El primer elemento a considerar es la propia caída de la demanda interior que, muy afectada por la crisis, redujo el consumo como hemos visto al analizar el sector residencial y esto afectó al sector de alimentación, bebida y tabaco o al sector de la automoción, por ejemplo. A destacar la reducción del sector textil que se explica por dos motivos. Primero la deslocalización de las plantas de producción, que se llevaron las fábricas allí donde los costes unitarios laborales eran más bajos, sobre todo países asiáticos<sup>11</sup>. Y por otro lado, la incorporación de China a la Organización Mundial de Comercio en diciembre de 2001, que ha sido fundamental en la introducción de productos textiles tanto en el mercado español, como mundial (MINETUR)<sup>12</sup>.

Un segundo elemento es el cambio en la organización productiva de las empresas industriales. Desde mediados de los años 90 las empresas han ido progresivamente externalizando servicios que antes prestaban, lo que se denomina *Outsourcing*. Es decir, las subcontratación a terceros de ciertas actividades complementarias a la actividad principal, como: servicios informáticos, asesoramiento jurídico y contable o empresas de publicidad. De tal modo que actividades que antes se contabilizaban en el sector industrial ahora se contabilizan en el sector de servicios, que también contribuye a explicar el incremento de este sector.

El tercer elemento a considerar es la histórica baja competitividad de la industria española. En el año 1934 el economista Joseph Schumpeter introdujo el concepto de innovación como mecanismo de diferenciación y crecimiento en una economía en el libro “The Theory of Economic Development” (1934). Desde entonces le han secundado más estudios que relacionan positivamente la innovación con la creación de riqueza ( Arrow, 1962; entre otros). El principal indicador al que se recurre para medir el esfuerzo en innovación de un país es el gasto en inversión en I+D (Investigación + Desarrollo). En el portal del Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat), se presenta la evolución de este indicador en comparación con la media europea. En España en el año

---

11. Bolinches, Cristina G. “Asia, la misteriosa fábrica de Inditex”. *Eldiario.es.*(2012)

12. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. “Globalización y deslocalización. Importancia y efectos para la industria española”. (2008)

2002 el 0,96% del PIB se destinó a investigación mientras que la media europea se situó en el mismo año al 1,81%. Hasta el año 2009, el indicador crece hasta situarse en 2009 en un 1,35% del PIB. Pero con la crisis el indicador en España desciende a 1,27%, en cambio, el comportamiento medio en Europa es el contrario con lo que el efecto de la crisis se traduce en un mayor esfuerzo de inversión en I+D situándose en un 2,01% en 2012. La innovación requiere de financiación y supone un riesgo para la empresa, con lo que en general tienden a invertir más recursos las empresas grandes. Desde la CE se ha pedido al gobierno español que aplique medidas para revitalizar el sector industrial, en concreto piden dos medidas: la reactivación del crédito empresarial y un mayor impulso a la innovación<sup>13</sup> (Rivera 2012).

### 3.3.3. *Sector servicios*

En términos de PIB el sector servicios es el que más ha crecido, en 2002 representaba el 65% del PIB mientras que en 2012 su aportación fue el 75%. En el Gráfico 7 se puede observar que la productividad del trabajo ELPs ha crecido a lo largo de todo el período, con una mayor incidencia en los años 2005 y 2009, justamente el año 2009 es el primero en el que se destruye empleo en el sector. La pérdida de empleo en el sector de servicios es mucho más suave que la experimentada en el sector industrial, al mismo tiempo el valor añadido generado en el sector crece todos los años, exceptuando 2010.

El consumo energético se ha mantenido más o menos estable, con un consumo más intensivo de energía en los años comprendidos entre 2002 y 2008, pero como al mismo tiempo habían más trabajadores la tasa de metabolismo exosomático ha ido reduciéndose en todo el período (Gráfico 8).

### 3.3.4. *En resumen: nivel n-2*

Acabamos de ver cómo han evolucionado cada uno de los subsectores de la economía española. Los años anteriores a la crisis económica (hasta 2007) se caracterizan por una mayor disponibilidad de trabajadores que no se traduce en una mayor generación de valor añadido. A destacar, cómo la productividad del trabajo (Gráfico 7) mejora a partir de 2008 y, cómo ésta mejora se debe, en los tres sectores, a una reducción de la plantilla sumado a una congelación o disminución salarial que es superior al deterioro que sufre el PIB en cada sector. La destrucción de empleo ha sido, pues, el principal motor de mejora de la economía. Aún y así, desde del Fondo Monetario Internacional se

13. Rivera, Alicia. "El gasto español en I+D cae por primera vez mientras que sube el de Europa". *El País*. (2012)

pide que se ajusten más los salarios para aumentar la productividad laboral.<sup>14</sup>

El comportamiento de cada sector ha sido particular. La economía española lleva años tendiendo hacia una economía terciaria y, por eso, la destrucción de empleo en el sector agrícola no es debido a la crisis sino a la propia reestructuración del sector. La ELP del sector industrial mejora a partir de 2007, y aún más en 2009, es el sector que más empleo destruye y el que acaba generando mayor valor añadido por hora trabajada en 2012. El sector de servicios, año tras año, aumenta su productividad laboral. Es el más estable y la reestructuración económica debida a la crisis contribuye a mejorar su ELP y, en este caso no es solo debido a la destrucción de empleo sino a la rebaja salarial. Puesto que se destruye menos empleo y sigue generando mayor volumen de PIB.

En términos energéticos (Gráfico 8) el sector agrícola ha sido desigual, pero al terminar el período ha intensificado el consumo energético. Considerando que la ELPag ha mejorado con menos trabajadores, es factible pensar que se ha intercambiado mano de obra por nueva maquinaria intensiva en energía. El sector servicios no es intensivo en consumo energético, por eso el consumo de este sector es estable y, junto al aumento del número de trabajadores contribuye a una reducción de la tasa de metabolismo. El sector industrial es el que más energía consume. Con la crisis económica su tamaño en la economía española se ha reducido, han cerrado empresas y es donde más se ha destruido el empleo. El resultado de esta reestructuración ha sido el de una crecimiento de la productividad y un uso más intensivo de la energía por hora trabajada.

#### 4. CONCLUSIONES

En este último apartado se procede al desarrollo de las principales conclusiones que se refuerzan al compararlas con “El metabolismo de la economía española regional. 1996-2010” (2015). El trabajo dirigido por Carpintero presenta el análisis metabólico tanto a nivel global de España, como por cada Comunidad Autónoma, con especial atención al flujo de materiales intranacional y internacional. A grandes rasgos se puede constatar comúnmente que:

- La economía española experimentó un gran crecimiento a partir de los años 60, cambiando la estructura del origen de los recursos energéticos. Esto es, un creciente peso de los flujos materiales procedentes del exterior del país con un cambio en el reparto de éstos: reducción de energías renovables (biomasa) por un mayor consumo de combustibles fósiles. En el

14. Lorenzana, Diego. “El FMI propone una rebaja salarial del 10%, ¿aumentar competitividad o reducir productividad?” Pymesautonomos.com. (2013)

sector PW el crecimiento del consumo energético entre los años 90 a 2007 fue superior al crecimiento del PIB. Posteriormente, la economía española se ha ralentizado con la crisis económica. Esto ha implicado una contracción del consumo energético, tanto en las empresas como en los hogares.

- La productividad laboral ha crecido en los tres sectores debido fundamentalmente a la destrucción de empleo y al congelamiento de los salarios, con un mayor impacto en el sector industrial. El sector servicios es el único que ha mantenido una tendencia creciente en la generación de Valor Añadido durante todo el periodo analizado, gracias a la cual el descenso del PIB en el conjunto del país ha sido moderado.
- La profundidad y extensión de la burbuja inmobiliaria ha condicionado el metabolismo de la sociedad española. Esto se manifiesta en los flujos de materiales minerales no metálicos y, de siderurgia y fundición, que son los que más intensamente se consumían, en los que más se ha reducido el consumo y los que han estado muy relacionados con la dinámica de construcción de viviendas e infraestructuras en todo el territorio español. El colapso de la burbuja inmobiliaria ha derivado en la reorganización del sector. La destrucción de empleo ha sido más fuerte que la reducción del consumo energético, lo que ha derivado en un mayor consumo de energía por hora trabajada.
- Si miramos el consumo energético por habitante, las conclusiones difieren. Esto es debido a la diferencia de años que se han estudiado. La EMRes del presente trabajo termina en 2012 con un valor inferior al de 2002. En el caso del trabajo dirigido por Carpintero, el estudio empieza en el 1996, lo que implica un nivel de consumo energético inferior a 2002 y termina en 2010 con un nivel de consumo superior a 2012. Por ello consideran que el consumo en 2010 es superior al inicio de su estudio en 1996.
- Las políticas emprendidas por el gobierno español no parecen suficientes para cumplir los distintos objetivos que ha marcado la UE para el año 2020. Puesto que, el descenso del consumo energético ha sido debido al desplome del sector de la construcción y no a un cambio energético, *per se*. Además, la nueva política eléctrica ha frenado la expansión de las energías renovables con el fin de reducir el déficit tarifario.
- Del análisis a nivel regional dirigido por Carpintero se añade que:

Se observa una clara división del trabajo entre las regiones. Las regiones económicamente

periféricas muestran una gran vocación de extracción de recursos en el propio territorio (Castilla-La Mancha, Castilla y León, La Rioja, Navarra, Andalucía o Extremadura) y abastecen a las regiones centrales (comunidades del litoral mediterráneo, vasco y la capital de Madrid). Por su parte, las regiones centrales ofrecen mayores consumos y dependencia de otros territorios, tanto del resto del mundo como de las otras regiones.

#### 4.1. Consideraciones finales

- Cabe señalar que, en el análisis que hemos realizado en el sector industrial, nos hemos encontrado con el impedimento de poder comparar los subsectores industriales en las mismas categorías. Esto es, que para la energía, para la generación de VA y para el reparto de horas trabajadas, se presentan indicadores desagregados en distintos niveles que no permiten hacer un mismo seguimiento. Ejemplo: los datos energéticos sustraídos de IDAE desagregan la industria en sector químico, mineral no metálico, alimentación y bebidas,... mientras que en los datos de las horas trabajadas en ILO la industria se desagrega en el sector de construcción, manufactura y energía, haciendo imposible una comparación directa. Sería interesante pues, establecer un mismo esquema de categorías para todos los niveles de la economía (PIB, trabajadores y energía) a fin de evitar estos problemas al bajar de escala y poder profundizar en el análisis.
- Con respecto a los hogares, es significativo el descenso que ha experimentado la tasa de metabolismo considerando que han aumentado la cantidad total de horas fuera del trabajo. Sería interesante realizar un análisis más exhaustivo en este sector, para preguntarse por qué se ha reducido el consumo energético por hora. Hay distintos factores que se pueden considerar: un cambio tecnológico que haya repercutido en una eficiencia energética que permita un menor uso de energía (aunque según la paradoja de Jevons, esta eficiencia tendría un efecto rebote en el consumo final), el efecto de la reducción de salarios y por lo tanto una renta insuficiente para abastecer las necesidades energéticas, el cambio en la estructura de los hogares donde los efectos migratorios y el efecto de la crisis han incidido en la reagrupación de personas viviendo en un mismo hogar, o considerar el papel de la economía sumergida que puede mostrar que las horas fuera del trabajo son menores que las declaradas.
- Hay también otros recorridos sugestivos para analizar en mayor profundidad los resultados del trabajo. Por ejemplo, hacer el mismo análisis separando las distintas fuentes energéticas.

Sin entrar en gran detalle, el consumo de productos derivados del petróleo suponía la mitad del consumo energético español, pero a lo largo de estos 11 años se ha ido reduciendo el peso a la vez que se ha incrementado el peso del resto de fuentes: gases, electricidad y energía renovable. El tipo de fuente que se usa puede servir para dibujar mejor la estructura de la economía de un país y ver cambios en tecnología pero también en las relaciones comerciales energéticas.

- En definitiva, la energía es la base del engranaje de una sociedad y su economía, por ello resulta tan interesante este tipo de análisis. Puede servir también para hacer proyecciones de futuro como en la propuesta presentada por la CE para impulsar la industria europea como medida para sobreponerse a escenarios de recesión económica. En concreto, quieren que en 2020 el 20% del PIB europeo proceda de la industria. Al ser el sector más intensivo en energía, la primera consecuencia sería un incremento del consumo, que además debería gestionarse con una mejora tecnológica para poder cumplir con otro propósito en 2020, que es el de reducir un 20% las emisiones de gases. Así, gracias a este modelo que fusiona las fuentes energéticas, la fuerza poblacional y el capital resultante, se pueden planificar políticas económicas teniendo en cuenta los principales factores que intervienen en una economía.

## 5. ANNEXO

*Tabla 1*

Principales indicadores en el nivel n (2002-2012)

Fuentes: INE (2014), IDAE (2013)

Año	ET (PJ)	PIB (millones € , base 2010)	THA (millines h)	EMRes (Mj/h)	PIB per cápita (base 2010)
2002	3.553	749.288	366.500	9,69	2,04
2003	3.778	803.472	374.201	10,10	2,15
2004	3.960	861.420	378.412	10,46	2,28
2005	4.088	930.566	386.391	10,58	2,41
2006	3.991	1.007.974	391.651	10,19	2,57
2007	4.102	1.080.807	395.958	10,36	2,73
2008	3.957	1.116.207	404.343	9,79	2,76
2009	3.666	1.079.034	409.493	8,95	2,64
2010	3.727	1.080.913	411.904	9,05	2,62
2011	3.619	1.075.147	413.389	8,76	2,60
2012	3.473	1.055.158	414.044	8,39	2,55

*Tabla 2*

Consumo fuentes energéticas (2002-2012)

Fuente: INE (2014)

Año	Electricidad (Pj)		Productos Petrolíferos (Pj)	
	Gases (Pj)	Otros (Pj)		
2002	740	575	1.993	246
2003	785	643	2.103	248
2004	831	687	2.192	250
2005	872	741	2.227	247
2006	886	636	2.219	250
2007	903	659	2.273	268
2008	919	616	2.157	266
2009	863	546	1.991	266
2010	881	602	1.951	292
2011	877	586	1.835	321
2012	865	613	1.671	325

**Tabla 3**

Principales indicadores en el nivel n-1 (2002-2012)

Fuentes: INE (2014), IDAE (2013), ILO (2014)

Año	ET pw (Pj)	ET hh (Pj)	HA pw (millones h)	HA hh (millones h)	ELP pw (€ base 2010/h)	EMR pw (Mj/h)	EMR hh (Mj/h)
<b>2002</b>	2.281	1.272	33.748	332.752	22,2	67,6	3,8
<b>2003</b>	2.422	1.356	34.345	34.345	23,4	70,5	4,0
<b>2004</b>	2.534	1.425	36.148	36.148	23,8	70,1	4,2
<b>2005</b>	2.616	1.472	38.901	38.901	23,9	67,2	4,2
<b>2006</b>	2.413	1.578	40.320	40.320	25,0	59,9	4,5
<b>2007</b>	2.527	1.576	41.447	41.447	26,1	61,0	4,4
<b>2008</b>	2.431	1.526	41.116	41.116	27,1	59,1	4,2
<b>2009</b>	2.169	1.497	37.904	37.904	28,5	57,2	4,0
<b>2010</b>	2.181	1.546	36.968	36.968	29,2	59,0	4,1
<b>2011</b>	2.171	1.449	36.225	36.225	29,7	59,9	3,8
<b>2012</b>	2.097	1.377	34.339	34.339	30,7	61,1	3,6

**Tabla 4**

Principales indicadores en el nivel n-2 (2002-2012)

Fuentes: INE (2014), IDAE (2013), ILO (2014)

Año	ET ag (Pj)	ET ind (Pj)	ET s&g (Pj)	HA ag (millones h)	HA ind (millones h)	HA s&g (millones h)	VA ag (millones €, base 2010)	VA ind (millones €, base 2010)	VA s&g (millones €, base 2010)
<b>2002</b>	99	1.150	1.032	2.314	10.609	20.825	25.891	208.091	448.398
<b>2003</b>	123	1.232	1.066	2.238	10.720	21.388	27.171	220.669	479.845
<b>2004</b>	140	1.267	1.127	2.210	11.189	22.749	26.478	233.517	516.198
<b>2005</b>	130	1.302	1.183	2.281	12.028	24.592	25.238	253.900	555.109
<b>2006</b>	118	1.067	1.229	2.162	12.431	25.726	23.748	272.706	603.638
<b>2007</b>	123	1.153	1.250	2.097	12.651	26.698	26.376	286.097	660.382
<b>2008</b>	113	1.085	1.233	1.860	11.959	27.297	25.561	297.060	703.051
<b>2009</b>	99	887	1.184	1.770	9.711	26.424	23.549	273.968	708.605
<b>2010</b>	94	901	1.185	1.750	8.898	26.320	25.253	257.504	707.156
<b>2011</b>	101	891	1.179	1.673	8.262	26.289	24.317	246.360	717.612
<b>2012</b>	114	867	1.116	1.635	7.431	25.272	23.634	227.979	717.723

Tabla 5

Principales indicadores en el nivel n-2 (2002-2012)

Fuentes: INE (2014), IDAE (2013), ILO (2014)

Año	ELP ag (€ base 2010/h)	ELP ind (€ base 2010/h)	ELP s&g (€ base 2010/h)	EMR ag (Mj/h)	EMR ind (Mj/h)	EMR s&g (Mj/h)
2002	11,19	19,62	21,53	42,83	108,36	49,58
2003	12,14	20,59	22,44	55,13	114,96	49,84
2004	11,98	20,87	22,69	63,38	113,26	49,55
2005	11,06	21,11	22,57	57,16	108,27	48,10
2006	10,98	21,94	23,46	54,51	85,82	47,76
2007	12,58	22,61	24,74	58,82	91,14	46,84
2008	13,74	24,84	25,76	60,73	90,71	45,18
2009	13,30	28,21	26,82	55,88	91,31	44,79
2010	14,43	28,94	26,87	53,69	101,30	45,04
2011	14,53	29,82	27,30	60,16	107,88	44,83
2012	14,45	30,68	28,40	69,54	116,64	44,16

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Artículos de revistas y libros

- Arrow, Kenneth. “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Innovation” (1962).
- Carpintero, Óscar (dir.); Sastre, Sergio; Lomas, Pedro; Arto, Iñaki; Bellver, José; Delgado, Manuel; Doldán, Xoán; Fernández, Jaime; Frías, José; Ginard, Xavier; González, Ana C.; Gual, Miguel; Murray, Iván; Naredo, José Manuel; Ramos, Jesús; Velázquez, Esther; Villasante, Sebastián. “El metabolismo económico regional español”. *Madrid: Fuhem Ecosocial.* (2015).
- Gasparatos, Alexandros; El-Haram, Mohamed; Horner, Malcolm. “Assessing the sustainability of the UK society using thermodynamic concepts: Part 1”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol 13, issue 5 (2009), p 1074-1081.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. “La Ley de la Entropía y el proceso económico”. *Economía y naturaleza.* (1971).
- Ramos-Martín, Jesús; Giampetro, Mario; Mayumi, Kozo. “On China's exosomatic energy metabolism: An application of multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM)”. *Ecological Economics*, vol 63 (2007), p. 174-191.
- Ramos-Martín, Jesús; Cañellas-Boltà, Silvia; Giampetro, Mario; Gamboa, Gonzalo. “Catalonia's energy metabolism: Using the MuSIASEM approach at different scales”. *Energy Policy*, vol 37, (2009), p 4658–4671.
- Schumpeter, Joseph A. “The Theory of Economic Development”. (1934)
- Toledano, B. “Metabolismo del sector de la agricultura Española”. Trabajo de final de grado. Grado en Economía. *Universidad Autónoma de Barcelona*, (2015).
- Velasco-Fernández, Raúl; Ramos-Martín, Jesús; Giampetro, Mario. “The energy metabolism of China and India between 1971 and 2010: Studying the bifurcation”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol 41 (2015), p 1052-1066.

## 6.2. Documentos on-line

Direktorate-General for Economic and Financial Affairs; Comisión Europea. “European economy. Member State's Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment”. *Ocasional Papers 196*. (2014).

<[http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/occasional\\_paper/2014/pdf/ocp196\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/occasional_paper/2014/pdf/ocp196_en.pdf)>

Giampietro, Mario; Mayumi, Kozo; Ramos-Martin, Jesus. ”Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale”. *Science Direct. Energy*. (2009).

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544208001965>>

Gobierno de España. “Estrategia española de política económica. Balance y reformas estructurales”. 27/09/2012-20/05/2015.

<[http://www.lamoncloa.gob.es/documents/120927\\_estrategiaespanolapoliticaeconomica3.pdf](http://www.lamoncloa.gob.es/documents/120927_estrategiaespanolapoliticaeconomica3.pdf)>

Instituto Nacional de Estadística. “ Encuesta de Presupuestos Familiares año 2013”. *Notas de prensa*. 16/06/2015 – 20/04/2015. <<http://www.ine.es/prensa/np848.pdf>>

Instituto Nacional de Estadística. “Estadística de migraciones 2012”. *Notas de prensa*. 08/07/2013 – 20/04/2015. <<http://www.ine.es/prensa/np788.pdf>>

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. “Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2014-2020”. 30/04/2014-20/05/2015.

<[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/NEEAP\\_2014\\_ES-es.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/NEEAP_2014_ES-es.pdf)>

Myro, Rafael; Fernández-Otheo, Carlos Manuel; Labrador, Lorena; Baides, Ana Belén; Álvarez, Mº Elisa; Vega, Josefa. “Globalización y deslocalización Importancia y efectos para la industria española”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo con la colaboración de la Universidad Complutense de Madrid. Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa (2008) <<http://www.ipyme.org/Publicaciones/GlobalizacionDeslocalizacion.pdf>>

Tiana, Miguel. “El impacto de la crisis económica sobre la industria española “. Banco de España. *Boletín económico*. (Noviembre 2012).

<<http://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/BoletinEconomico/12/Nov/Fich/be1211-art5.pdf>>

### 6.3. Artículos de diarios on-line

Clavero, Vicente. “La vacilante política energética de Rajoy irrita a consumidores, ecologistas y grandes eléctricas”. *Público*. 04/12/2013. 15/05/2015

<<http://www.publico.es/actualidad/vacilante-politica-energetica-rajoy-irrita.html>>

Lorenzana, Diego. “El FMI propone una rebaja salarial del 10%, ¿aumentar competitividad o reducir productividad?” *Pymesyautonomos.com*. 07/08/2013. 16/05/2015

<<http://www.pymesyautonomos.com/actualidad/el-fmi-propone-una-rebaja-salarial-del-10-aumentar-competitividad-o-reducir-productividad>>

Pérez, Claudi. “La renta por habitante española retrocede 16 años en comparación con la UE” *El País*. 18/06/2014. 15/05/2015.

<[http://economia.elpais.com/economia/2014/06/18/actualidad/1403088531\\_554197.html](http://economia.elpais.com/economia/2014/06/18/actualidad/1403088531_554197.html)>

Rivera, Alicia. “El gasto español en I+D cae por primera vez mientras que sube el de Europa”. *El País*. 21/11/2012. 10/05/2015.

<[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/11/21/actualidad/1353507390\\_087779.htm](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/11/21/actualidad/1353507390_087779.htm)>

Vidales, Raquel. “La pobreza energética se dispara.” *El País*. 27/03/2014. 15/05/2015.

<[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/27/actualidad/1395947956\\_321445.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/27/actualidad/1395947956_321445.html)>