



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Análisis Económico y Economía Política
Grado en: Administración y Dirección de Empresas

Trabajo Fin de Grado

**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SECTORES ECONÓMICOS
CLAVES: EL CASO DE TRANSPORTE**

Autor: Gonzalo Castaño Horrillo

Tutor: José Manuel Cansino

3 de Junio de 2018

Firmado por:



Firmado:

DEPÓSITO DEL TRABAJO FIN DE GRADO

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD
DEL TRABAJO FIN DE GRADO**

Considerando que la presentación de un trabajo hecho por otra persona o la copia de textos, fotos y gráficos sin citar su procedencia se considera plagio,

Yo, Don. *Gonzalo Castaño Horrillo* con D N I: 30247379-X estudiante del Grado en *Administración y Dirección de Empresas* de la *Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales* de la Universidad de Sevilla, **ASUMO LA AUTORÍA RESPONSABLE Y DECLARO** que el Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa titulado *Análisis de la Evolución de la Eficiencia Energética en los Sectores Económicos Clave; el caso de Transporte* y cuyo tutor es *D. José Manuel Cansino*

ES ORIGINAL Y QUE TODAS LAS FUENTES UTILIZADAS PARA SU REALIZACIÓN HAN SIDO DEBIDAMENTE CITADAS EN EL MISMO.

Asimismo, acepto que el profesorado podrá utilizar las herramientas de control del plagio que garanticen la autoría de este Trabajo de Fin de Grado.

Sevilla, a 2.de Junio de 2018

Firmado:

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SECTORES ECONÓMICOS CLAVES: EL CASO DE TRANSPORTE

En este Trabajo Fin de Grado, a partir de ahora nos referiremos a él como “TFG”, realizaremos un análisis de la evolución de la energía en los últimos años en España, especialmente focalizando en el sector del transporte en todas sus variantes.

Para ello primero haremos una introducción sobre de los conceptos teóricos utilizados para poner en contexto al lector. Los principales puntos o conceptos entorno a los que gira este TFG son el consumo energético en nuestro país, así como las medidas que el Plan Nacional de Eficiencia Energética preveía para el sector de transporte.

Después de la revisión teórica pasaremos al análisis de los datos calculados con cada método y su correspondiente explicación e interpretación. Además de los datos sobre el consumo de energía nos centraremos en la viabilidad y cumplimiento de Plan Nacional en general pero centrándonos en el sector mencionado con anterioridad.

Como conclusión daré una valoración global sobre el trabajo y una pequeña opinión personal a la cual he llegado después de ver y analizar los datos calculados, y conocer en mayor profundidad el consumo de energía y su relación directa en el desarrollo de la economía de nuestro país.

Resume/abstract

The aim of this project is to analyse the changes in final energy consumption in Spain in the sector of transport, it will be done through logarithmic mean Divisia Index (LMDI) decomposition analysis during the period 1995-2015.

The result leads us to conclude that the effects of rent and population are drivers of the final energy consumption changes, instead of the effect of intensity that works as an inhibitor of energy consumption.

Chain-linked LMDI decomposition shows the existence of three sub-periods. The first period (1995-2005) coinciding with a great economy context, showed an increase in the final energy consumption, mostly due to the rent effect. The second period (2005-2012) shows a reduction in the population, rent and intensity effect. Finally the third period (2012-2015) there is an increase of the consumption of energy in the sector of transport due to the rent effect.

The result allows us to conclude that some of the efficiency measures of the National Plan increase the intensity effect as an inhibitor of the energy consumption. Finally, there should be more policy attention on the new transport technology focused on the reduction of energy consumption.

Keywords.

LMDI decomposition analysis, energy efficiency, drivers, intensity effect, renewable energy, energy policy, measures.

Índice

1	Introducción	7
1.1	Objetivos	8
1.2	Justificación del tema escogido	8
1.3	Explicación del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética	9
1.4	Medidas adoptadas por el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética	21
2	Metodología y Datos	24
2.1	Índice de desacoplamiento de Tapio	24
2.2	Descomposición LMDI	25
3	Resultados, análisis y discusión	27
3.1	Resultados obtenidos por el índice de desacoplamiento de Tapio	27
3.2	Datos obtenidos mediante la descomposición LMDI	29
3.3	Análisis sobre los datos	30
4	Consideraciones finales, conclusiones y recomendaciones: Indicaciones para futuros trabajos.	32
4.1	Conclusiones y recomendaciones	33
5	Bibliografía	34

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1: DEPENDENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA Y UE27	9
GRÁFICO 2: INVERSIONES EN FUNCIÓN DEL SECTOR.....	15
GRÁFICO 3: ORIGEN DE LOS FONDOS INVERTIDOS.....	16
GRÁFICO 4: CONSUMO DE ENERGÍA EN FUNCIÓN DEL MEDIO UTILIZADO	21
GRÁFICO 5: AHORRO DEL CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE LAS DIFERENTES MEDIDAS.....	23
GRÁFICO 6 REPRESENTACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA	28
GRÁFICO 7: REPRESENTATIVIDAD DE LOS EFECTOS ESTUDIADOS	29

Índice de Figuras

FIGURA 1: DESARROLLO DEL PARQUE DE VEHICULOS	18
FIGURA 2: MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE.....	19
FIGURA 3: MEDIDAS CONCRETAS PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	19
FIGURA 4: CONSUMO DE CO2 DEL PARQUE DE VEHÍCULOS	22

Índice de Tablas

TABLA 1: GRADO DE AUTOABASTECIMIENTO	9
TABLA 2: CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR FUENTES.....	10
TABLA 3: CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR SECTORES	10
TABLA 4: AHORRO ENERGÉTICO SEGÚN LAS MEDIDAS ADOPTADAS	11
TABLA 5: AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA EN FUNCIÓN DE LOS SECTORES	14
TABLA 6: EMISIONES DE CO2 EVITADAS POR SECTORES	14
TABLA 7: CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR DE TRANSPORTE CON RESPECTO A LA TOTALIDAD	20
TABLA 8: INVERSIONES CENTRADOS EN LA MOVILIDAD.....	21
TABLA 9: INVERSIONES PARA FOMENTAR EL USO RACIONAL DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE	23
TABLA 10: DATOS OBTENIDOS ÍNDICE DE DESACOPAMIENTO DE TAPIO	27
TABLA 11: CONSUMO DE ENERGÍA SECTOR TRANSPORTE	28
TABLA 12: DATOS OBTENIDOS MEDIANTE MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN LMDI	29

1 Introducción

Para poder hacer un mejor análisis del tema expuesto debemos entender que es la energía y como ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Entre las principales definiciones de energía que existen están las siguientes: “*energía; la capacidad para realizar un trabajo*”, “*recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para poder extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico*” o “*Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.*” [1]

La energía siempre ha sido un factor determinante para el ser humano, esto se debe principalmente a sus numerosos usos, entre los actuales se encuentra la edificación, agricultura y pesca, industria, transporte o servicios públicos.

También cabe destacar que dichos usos han ido cambiando a lo largo de los siglos y años, desde la construcción de las pirámides en la que la energía era la fuerza de los esclavos, pasando por el periodo preindustrial en el que se principalmente se utilizaba la leña, carbón, tracción animal y humana, o agua para el accionamiento de naves y molinos, la mayoría de estos usos quedaron relegados un segundo plano con la aparición de inventos como la máquina de vapor, la lanzadera volante o el motor eléctrico. Una vez entrado en el S, XX se produjo numerosos cambios como las explotaciones de petróleo, los usos de la energía nuclear, o como la quema de combustibles fósiles, todo ello está contribuyendo a un cambio climático global [2]

Este último factor es el que está provocando que muchos gobiernos de los países tomen medidas para intentar frenar o reducir en la medida de lo posible dicho cambio.

Se puede clasificar la energía de diversas formas como en directa, indirecta, renovables y no renovables... etc., estas últimas tienen mayor protagonismo en el Plan Nacional del Eficiencia al que haremos numerosas ocasiones referencia. [3]

Por todo ello la energía siempre ha sido, es y será un factor determinante en el desarrollo tanto social como económico de países y por tanto motivo de algunos conflictos bélicos.

1.1 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo consiste en entender y analizar el consumo de energía en el sector de transporte y como se pretende mejorar la eficiencia de la energía en dicho sector, intentando dar respuestas a preguntas como ¿Es España un país eficiente a la hora de consumir energía? ¿El sector de transporte ha sabido adaptarse a las nuevas formas de energía? ¿Qué objetivos plantea el Plan Nacional de Eficiencia Energética para los próximos años? ¿A quién va dirigido este plan?

Después de dar respuesta a estas preguntas se intentará entender y explicar los diferentes modelos utilizados para el análisis de los datos estudiados, ya sean tanto de consumo como de eficiencia.

1.2 Justificación del tema escogido

Con respecto al tema escogido es fundamental entender la dimensión de la energía en nuestra sociedad, ya que se usa y se ve todos los días pero pasa desapercibido para el ciudadano de a pie. Su aplicación es muy variada y depende de muchos factores tanto geográficos como políticos por lo que siempre ha sido motivo de estudio en numerosas ocasiones. [4]

En el plano geográfico se relaciona la energía con la “riqueza”, en una determinada zona desde un punto de vista energético a condicionado notablemente la economía y la especialización de un país, existen claros ejemplos como Venezuela y Arabia Saudí con el petróleo y Argelia con el gas natural o la profunda dependencia de la misma en países como Chipre, Luxemburgo o Malta [5]

Como se menciona con anterioridad dicha importancia ha sido motivo de numerosos conflictos bélicos e intereses geopolíticos, entre los principales conflictos que han tenido como principal motivo los recursos energéticos destaca la guerra del Golfo en 1991, la invasión de Irak en 2001 y en la actualidad en Ucrania o Siria-Irak. [6]

Por todo ello la política siempre ha jugado un papel importante en este aspecto y más en la actualidad cuando los países se dan cuenta de su relevancia, usos y la inevitable necesidad de reinventarse en cuanto a las energías utilizadas puesto que la mayoría de las usadas en el último siglo tienen limitaciones en cuanto a su durabilidad, por lo que el uso de las energías renovables, las innovaciones que aparecen cada año y por su puesto la eficiencia a la hora de consumir han convertido a la “energía” en un tema muy interesante y prometedor para su análisis. [1] [4]

1.3 Explicación del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética

Este trabajo se centrará con mayor énfasis en el aspecto de la eficiencia energética en España y para ello nos apoyaremos en el *Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (2011-2020)*, [3] en dicho plan se analizan aspectos sumamente importantes como es el grado de autoabastecimiento*, dicho factor indica el grado de dependencia energética que existe con respecto al exterior, a mayor sea peor para la economía puesto que la parte restante debe ser comprada. Si la parte que se tiene que “buscar” en el exterior es mayor a la producida existe lo que es llamado como “déficit energético” en el caso de España este déficit se encuentra sobre el 80%, muy superior a la media de la UE que se sitúa en un 54%, por lo que existe una gran dependencia con respecto al exterior especialmente en los productos petrolíferos. [5]

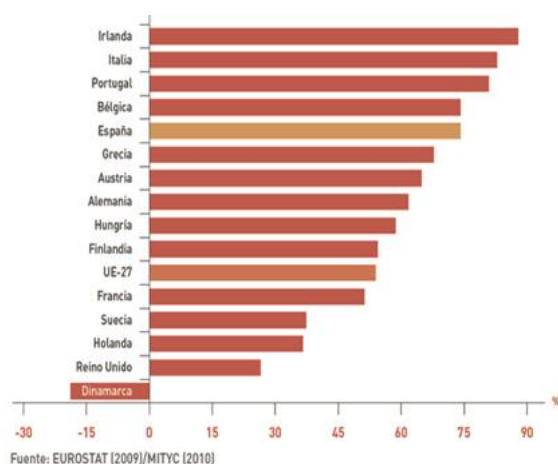


Gráfico 1: Dependencia energética en España y UE27

Año	Grado de autoabastecimiento energético
1975	22,6
1985	38,9
1995	28,0
1998	25,6
2003	22,1
2008	21,6
2009	22,9
2010	26,1

Fuentes: 1975-1998;⁵ 2003;⁶ desde 2008: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio⁷

Tabla 1: Grado de autoabastecimiento

Dichos datos mejoran a partir de 2005 con la introducción de las energías renovables y de nuevas políticas que se mueven en este contexto, hasta alcanzar en 2010 un grado de autoabastecimiento del 26%.

Otro aspecto tratado en el Plan Nacional es la evolución del consumo energético en los últimos años en España*, debemos conocer con profundidad nuestro “patrón” de consumo para saber dónde y cómo actuar. En las últimas tres décadas la demanda energética experimentado una tendencia alcista que se ha visto frenada por las crisis económico-energéticas de 1973, 1979, 1993 y 2008.

En este aspecto se diferencia entre las tendencias e intensidad primaria y tendencias e intensidad final, las primeras incluyen las fuentes de energía como son la hidráulica, nuclear, renovable, gas natural, carbón y petróleo, no entraremos en detalles macroeconómicos sobre el consumo de estas fuentes simplemente cabe destacar que la tendencia alcista de las últimas dos décadas ha sufrido un ligero descenso en 2008 debido a la crisis económica que produjo un descenso del consumo de estas energía y a las medidas de eficiencia y ahorro energético propulsadas desde el gobierno. [7]

Con respecto al consumo de energía final se puede incluir en este apartado el consumo de sectores como: el transporte, industria, residencial, servicios y agriculturas. La evolución de dicho consumo ha seguido una tendencia similar a la primaria, manifestando de igual forma un descenso en el periodo 2009-2010, cabe destacar el aumento de peso del sector servicios debido principalmente al turismo y a la tercerización de la economía.

Fuentes	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual)
Carbón	20.921	20.354	13.983	10.509	8.271	10.468	10.058	1,98%
Petróleo	71.054	70.848	68.182	63.684	62.358	55.746	51.980	-1,80%
Gas Natural	24.671	31.601	34.782	31.096	31.003	37.147	38.839	2,28%
Nuclear	16.576	14.360	15.368	13.750	16.102	14.490	14.490	-1,05%
Energías Renovables	8.854	9.976	10.942	12.165	14.910	21.802	27.878	6,46%
Saldo Eléc. (Imp.- Exp.)	-260	-494	-949	-697	-717	-1.020	-1.032	3,71%
TOTAL	141.817	146.645	142.308	130.507	131.927	138.633	142.213	0,75%

Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Tabla 2: Consumo de energía primaria por fuentes

Sectores	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual)
Industria	29.855	29.878	30.241	26.468	28.209	26.034	25.777	-0,90%
Transporte	37.736	40.804	39.313	37.464	36.744	38.670	38.752	0,53%
Residencial, servicios y otros	29.030	30.448	28.886	26.975	28.470	30.016	30.827	0,80%
TOTAL	96.621	101.130	98.440	90.906	93.423	94.720	95.355	0,20%

Fuente: Escenarios de la planificación energética indicativa prevista en el artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible

Tabla 3: Consumo de energía final por sectores

*Temas tratados en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energético

Una vez que se conocen las características propias de España en cuanto al consumo y necesidades energéticas podemos centrarnos en estrategias y mecanismo de actuación para la mejora de la eficiencia energética*. En este apartado se explica algunas de las medidas adoptadas para mejorar la eficiencia, muchas de ellas suponen una continuación o prolongación de las ya implantadas en 2008.[3]

A continuación vamos a explicar algunas de las medidas adoptadas y sus repercusiones, comenzando con el *programa de actuación directa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través de IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético)*, estos programas de alcance nacional han ido dirigidos a los consumidores finales de energía no cubiertos por los programas de ayudas pública o de formación acometidos por las administraciones autonómicas. Los términos de ahorro y en la medida en que ha podido determinarse se encuentran en la siguiente tabla:

	Ahorros E. final (ktep)	Ahorros E. primaria (ktep)	Emisiones evitadas CO ₂ (ktCO ₂)
PROGRAMA PROYECTOS ESTRATÉGICOS	199,9	337,0	722,5
OTROS PROGRAMAS DE EJECUCIÓN DIRECTA DE IDAE	140,5	302,2	653,8
Conducción eficiente del vehículo turismo	1,1	1,2	3,7
Conducción eficiente de camiones y autobuses	30,7	34,4	105,0
Proyecto MOVELE	2,1	0,9	4,6
Programa de reparto de bombillas de bajo consumo	84,9	212,5	429,5
Programa 2x1 de bombillas de bajo consumo	13,0	32,5	65,8
Programa de sustitución de semáforos	8,7	20,4	43,7
TOTAL	340,4	639,1	1.376,3

Fuente: IDAE

Tabla 4: Ahorro energético según las medidas adoptadas

Se va analizar en mayor profundidad los programas utilizados para comprender en mayor grado como se ha llegado a estos resultados, con respecto al programa de proyectos estratégicos destaca que la primera partida presupuestaria fue alrededor de 60 millones de euros en 2008 y en los siguientes años se duplicó hasta los 120 millones de euros. Este programa de ayuda tiene como principal aliciente incentivar proyectos y actuaciones estratégicas que favorezcan la eficiencia energética, principalmente va dirigido a empresas que vayan a realizar inversiones en eficiencia y ahorro energético por un importe superior a 0,5 millones de euros. Centrándonos en el sector de transporte va ser donde se focalice el análisis, los proyectos objeto de ayuda son proyectos de renovación de flotas para el transporte de personas y mercancías, por vehículos turismo e industriales eléctricos, de hidrógeno e híbridos, e inversiones en cargadores y red de logística de suministro a vehículos eléctricos. [3]

Otra medida adoptada para mejorar los datos del consumo y eficiencia fue la “Distribución gratuita de LBC” (Lámparas de Bajo Consumo) y “Programa 2x1”. Con este plan se llegaron a repartir 49 millones de lámparas de bajo consumo entre 2008 y 2011 a través de vales regalo con la factura eléctrica, y unos 6 millones a través de la promoción 2x1. Este programa está orientado a la renovación de lámparas incandescente por lámparas de bajo consumo en el sector doméstico, los resultados obtenidos se muestran en la tabla anterior, aunque aparte de los resultados directos que podemos ver existen unos efectos indirectos adicionales como son la generalización del conocimientos sobre este tipo de productos o la reducción de los precios de mercado de las lámparas de bajo consumo.

El programa de sustitución de semáforos a la nueva tecnología LED, este programa supuso la sustitución de 461.791 ópticas en 600 municipios españoles, dichos municipios solo tenían que hacer frente al coste íntegro de la instalación y mantenimiento de las ópticas. Este mecanismo ha tenido un claro impacto en la materia de sensibilización e información ciudadanos ya que los municipios acogidos superan los 27 millones de habitantes, la intención del gobierno es la intensificación de dicho programa en los próximos años para alcanzar un mayor número de municipios.

Otra medida interesante de analizar es la impulsión del vehículo eléctrico mediante el proyecto MOVELE, el cual cuenta con un presupuesto inicial de 10 millones de euros con el objetivo principal de favorecer la entrada de 2000 vehículos dotados con capacidad de tracción eléctrica y facilitar las primeras redes de puntos de recarga de vehículos eléctricos en la ciudades. [3]

Todas las medidas mencionadas anteriormente tienen un carácter directo sobre los resultados de ahorro y eficiencia, pero no podemos dejar pasar que la formación, comunicación e información juega un papel fundamental. Desde 2004 IDEA ha realizado numerosas actuaciones dirigidas al ciudadano en plano de formación, comunicación, difusión e información en relación con el ahorro y la eficiencia energética y las medidas contenidas en el plan. Entre dichas medidas se encuentra cursos de conducción eficiente o campañas de comunicación, difusión e información dirigidas al consumidor final y con gran impacto, debido a la utilización de los principales medio de comunicación en España como son la televisión, radio, prensa, Internet, acciones especiales, etc. El listado de campañas es enorme por lo que solo nos centraremos en nombrar alguna de ellas, “Ahorra Energía”, “Apaga la luz” “calefacción a 21º”, la promoción del transporte público. Por último es importante destacar que en 2010, el IDEA llegó a un acuerdo con RTVE, para la emisión de producciones audiovisuales centradas en la promoción de ahorro de energía y las energías renovables sin ningún coste.

El plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (Plan Nacional de I+D+i), es el mecanismo que tiene el gobierno para la consecución de los objetivos y prioridades en la materia de investigación, desarrollo e innovación los

cuales tienen un papel fundamental a la hora de mejorar la eficiencia y consumo energético. La participación de la I+D+i es fundamental para el cumplimiento de los objetivos marcados por el Plan de Acción 2011-2012, los objetivos propuestos asumen los mismos objetivos anteriormente explicados, simplemente este instrumento sirve como complemento y ayuda, puesto que las tecnologías energéticas forman parte de las prioridades del Sistema Español.

Todos los mecanismos descritos en los párrafos anteriores suponen una importante inversión para el Estado Español por lo que a continuación se analizará el Coste-Beneficio* de dichas medidas. En este apartado el principal objetivo es la evaluación de los ahorros económicos directamente derivados de los ahorros energéticos y las menores emisiones de CO₂, siendo lo más fáciles de cuantificar en términos económicos, para ellos se adoptan varias hipótesis referente a la evolución de los precios del petróleo y toneladas de CO₂.

Cabe destacar que estos no son los únicos impactos positivos del Plan, puesto que la reducción de emisiones de gases contaminantes deriva a efectos medioambientales de carácter positivo, como puede ser la mejora en la calidad del aire de las ciudades.

Centrándonos, en el aspecto económico de los beneficios producidos por el menor uso de energía y las menores emisiones de CO₂, los ahorros totales se estiman en unos 133 millones de toneladas equivalentes de petróleo que supone un beneficio/ahorro económico de 70.357 millones de euros, como se pone indicado en la siguiente tabla, que desagrega dicho beneficio en función de diversos sectores.

Los beneficios anteriores han sido calculados asumiendo la hipótesis sobre una evaluación en el precio del barril de petróleo asumiendo que el barril de petróleo Brent se va situar en 109,6\$ en 2020. Como se puede observar estos beneficios económicos por ahorro de energía se localizan, principalmente, en el sector industria que se sitúa entorno al 55% del beneficio total, seguido de los sectores de transformación de la energía y transporte.

Los beneficios económicos derivados por emisiones de CO₂ evitadas se sitúan entorno a los 8.330 millones de euros, lo que equivale a una reducción de las emisiones de CO₂ en 394,7 millones de toneladas, para dicho cálculo se adopta la hipótesis de que el precio de la tonelada de CO₂ es creciente y se situara en los 25€ en el año 2020.

	AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA acumulado (ktep)	BENEFICIOS ECONÓMICOS POR AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA (10 ⁶ €)	
		Acumulado	Promedio anual
INDUSTRIA	72.794	38.436	3.844
TRANSPORTE	25.492	13.345	1.334
EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO	3.869	2.024	202
SERVICIOS PÚBLICOS	798	430	43
AGRICULTURA Y PESCA	3.681	1.925	193
TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA	26.774	14.197	1.420
TOTAL	133.408	70.357	7.036

Fuente: IDAE

Tabla 5: Ahorro de energía primaria en función de los sectores

	EMISIONES CO ₂ EVITADAS acumulado (ktCO ₂)	BENEFICIOS ECONÓMICOS POR EMISIONES EVITADAS DE CO ₂ (10 ⁶ €)	
		Acumulado	Promedio anual
INDUSTRIA	163.158	3.447	345
TRANSPORTE	65.953	1.370	137
EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO	7.186	164	16
SERVICIOS PÚBLICOS	1.708	38	4
AGRICULTURA Y PESCA	10.611	216	22
TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA	146.051	3.094	309
TOTAL	394.667	8.330	833

Fuente: IDAE

Tabla 6: Emisiones de CO2 evitadas por sectores

Aunque dicho análisis indica un grado de coste-beneficio no permite la comparación, en términos de rentabilidad de las medidas aplicadas en un sector con las medidas adoptadas en otro, debido a la diferente naturaleza de las inversiones. Por ejemplo las inversiones en el sector Transporte (al que mayor énfasis vamos hacer durante todo este trabajo) no incluye las inversiones asociadas a la renovación natural de la flota de transporte ni las asociadas al vehículo eléctrico.

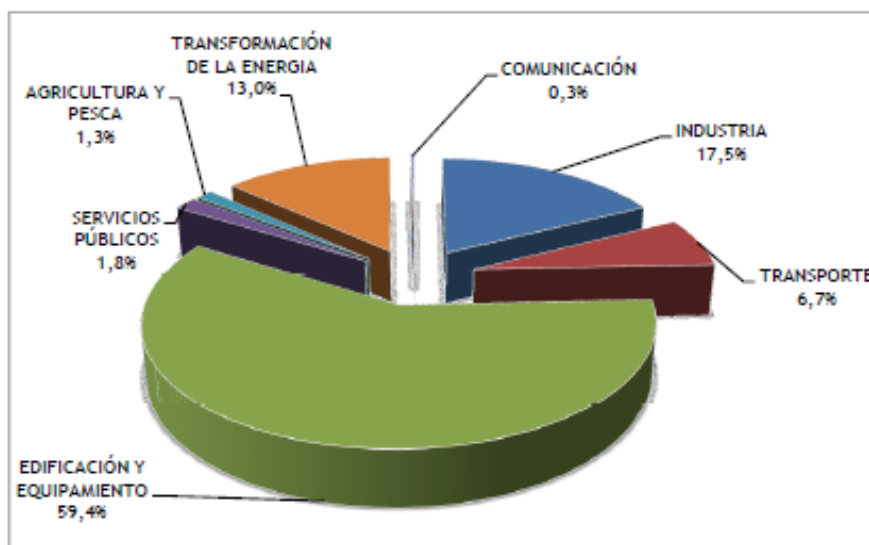
Todo ello permite comprender la dificultad a la hora de realizar un análisis de la rentabilidad derivada de las inversiones asociadas al Plan, por otro lado existe la dificultad añadida asociada a la naturaleza de los ahorros considerados, los ahorros de este plan se han calculado de acuerdo con las recomendaciones propuestas por la Comisión Europea.

Aun con todo ellos, los resultados, con las limitaciones que se describen con anterioridad, permiten insistir en la necesidad y oportunidad del Plan de Acción 2011-

2022, y más aún cuando dicho análisis coste-beneficio debería incluir el valor económico de los nuevos empleos creados como resultado de la aplicación del Plan y el valor económico de otros beneficios medioambientales derivados del menos volumen de emisiones de otros gases contaminantes distintos del CO₂, así como otras externalidades como pudiera ser la reducción de costes asociados al tráfico rodado en los núcleos urbanos.

Como se puede intuir todas estas inversiones necesitan un plan de financiación, en los próximos párrafos se centrará en la financiación del plan: origen de fondos*, las inversiones que tiene como objetivo el ahorro de energía fina y primaria expuestas en el Plan serán posibles gracias a 45.985 millones de euros, dichas inversiones incluyen todo periodo de vigencia de aplicación del plan, desde 2011 hasta 2020 representando un promedio anual de 4.598 millones de euros. [2]

Las inversiones totales se distribuyen, por sectores de manera desigual: centrándonos en el sector Transporte, las inversiones solo representan un 6,7% del total, esta asimetría responde a conceptos, incluido o no, en el total de inversiones recogidas en Plan, por ejemplo en este Plan no se han evaluado las inversiones en infraestructuras ligadas al desarrollo de las redes de transporte ferroviario. De esta manera, las inversiones contabilizadas en el Sector Transporte solamente reflejan el coste total de las medidas directamente proporcionadas por dicho Plan, como pudiera ser el diseño de planes de movilidad urbana sostenible, planes de transporte de trabajadores, el desarrollo de proyectos pilotos o la impartición de cursos de conducción eficiente. Por tanto las inversiones asociadas a la estrategia de impulso vehículo eléctrico, necesarias para materializar el objetivo de 2,5 millones de vehículos enchufables en 2020 no han sido incorporadas a la cuantía del Plan.



Fuente: IDAE

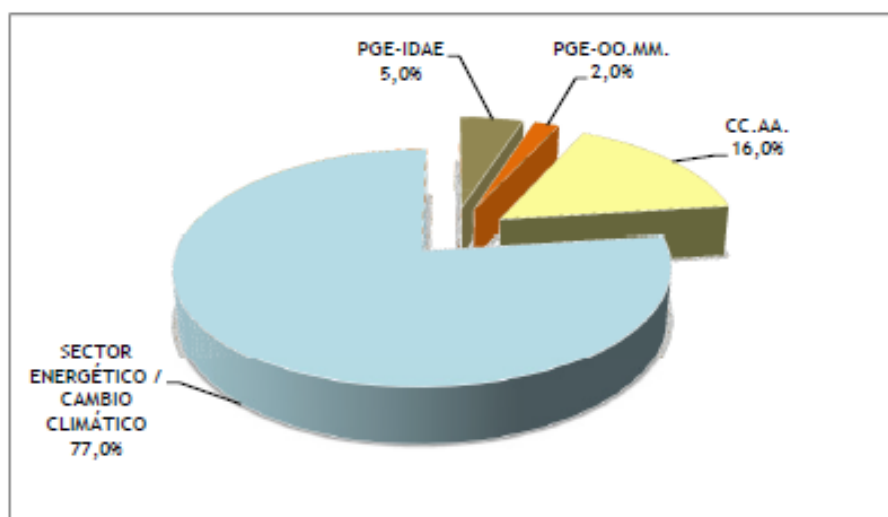
Gráfico 2: Inversiones en función del sector

Como se explica anteriormente el porcentaje del sector transporte no se ajusta a la realidad, por lo que si se realiza una estimación sobre el peso real sobre las inversiones obtenemos que dicho sector absorberá un 20% de los apoyos del Plan, en la medida que buena parte del coste de los estudios, análisis de viabilidad o proyectos pilotos serán subvencionados hasta en un 50% por este Plan.

La entidad responsable del seguimiento de los resultado de este Plan durante los años comprendido entre 2011 y 2020 es IDAE, la cual podrá modificar la distribución sectorial, estos cambios en la asignación seguirán respetando en la medida de lo posible los marcos establecido en dicho Plan.

Teniendo en cuenta la cuantía de los fondos a gestionar por el sector público (4.995M€), dichos fondos provendrán de orígenes diversos. Los fondos a aplicar al Plan procederán, en una cuarta parte a los presupuesto públicos, ya sean de los presupuestos autonómicos, con una aplicación promedia anual del 80 millones de euros, como de los presupuesto Generales del Estado.

Tanto la aportación proveniente de los Presupuestos Generales del Estado como la de los presupuesto autonómicos están fuertemente condicionadas a las disponibilidades presupuestarias y deberán ser aprobadas anualmente. La parte restante, el equivalente al 77% (equivalente a 3.845 millones de euros (o 385 millones de Euros en promedio anual), provendrá de la aportación del sector energético mediante la fórmula que oportunamente establezca el gobierno



Fuente: IDAE

Gráfico 3: Origen de los fondos invertidos

Una vez realizado este análisis sobre *El Plan de Ahorro y Eficiencia Energético* podemos entender mejor sus principales objetivos, medidas y a quien va enfocado. Todo ello permite situarse en un mejor contexto para comprender las medidas adoptadas en el marco sectorial en el que se va centrar este trabajo: El Transporte*. [3]

Antes de comenzar con las medidas adoptadas en nuestro sector de estudio, realizaremos una introducción sobre este sector en España y su desarrollo, el sector transporte comprende aquellos equipos, medios y actuaciones destinadas a trasladar bienes tangibles y especialmente personas. Una primera clasificación teniendo en cuenta el medio usado en el desplazamiento:

- ❖ Transporte terrestre---- subdividido en: por carretera y ferroviario
- ❖ Transporte aéreo
- ❖ Transporte marítimo-fluvial

En relación a los modos de transporte utilizados, se realiza la siguiente clasificación; transporte por carretera (automóviles y otros vehículos sin rieles), transporte por ferrocarril (incluye trenes, metros y tranvías), transporte por vías navegables (transporte marítimo y transporte fluvial), transporte aéreo (aeronaves y aeropuertos). La combinación de varios modos de transporte da lugar al transporte multimodal. [7]

No se incluyen dentro de este sector ni el transporte por tuberías (oleoductos y gaseoductos) ni el transporte vertical (ascensores y montacargas), otra distinción interesante es entre transporte público y transporte privado dependiendo de la propiedad de los medios utilizados. Un factor determinante es que la población española es notablemente urbana, por lo que más de la mitad vive en municipios de más de 50.000 habitantes, los cuales están obligados a prestar servicios de transporte urbana, suponiendo esto una fuerte inversión en el sector de transporte.

A continuación se analizan los factores energéticos del transporte, desde el año 1996 el sector transporte se sitúa como el mayor consumidor de energía en España suponiendo un 39% del consumo total, de ahí viene su importancia a la hora de realizar este trabajo. Dentro de los diferentes modos, encontramos que el transporte por carretera supone un 80% del consumo sectorial, frente a un 3% del transporte ferroviario y marítimo y uno 14% del transporte aéreo. Si se tiene en cuenta que el consumo por carretera y aéreo se lleva acabo casi por completo con productos derivados del petróleo podemos afirmar que el principal riesgo al que se enfrenta el sector es su dependencia en una sola fuente de suministro, lo que supone un gran coste debido a los cambiantes costes del petróleo, este riesgo hace que sea fundamental la mejora de forma significativa de la eficiencia energética en el sector de transporte. [8]

Atendiéndose a los tipos de combustibles, es importante señalar que el consumo de gasolina esta en continua reducción, esto se debe en gran parte a la progresiva

diselización de las nuevas matriculaciones, por el otro lado el incremento experimentado por los querosenos ha evolucionado en paralelo al crecimiento de movilidad aérea.

Destacar que el sector del transporte es responsable de la emisión del 24% de los gases considerados invernaderos, en especial el CO₂, por lo que España y su gobierno se enfrentan al reto de reducir este dato y así poder cumplir los compromisos internacionales. Para conseguir este reto debe producirse un cambio en la tendencia de la evolución del consumo (el cual parece que se produjo durante los años 2008-2020), todo esto junto a las medidas legislativas y normativas oportunas ha permitido obtener unos valores de consumo aceptables en el escenario de la eficiencia.

La crisis de 2009 supuso un efecto directo en la caída de la movilidad por la reducción de la actividad económica, sumado a que los precios del petróleo se sumaban en mínimos históricos (35\$/barril). En el sector de transporte esta caída se sitúa entorno al 4,7%, situando el consumo total del transporte en valores similares a los de 2003. Este descenso ha sido mayor que en la media de la Unión Europea, por lo que se puede hablar de una tendencia hacia la convergencia energética entorno al año 2020. [3]

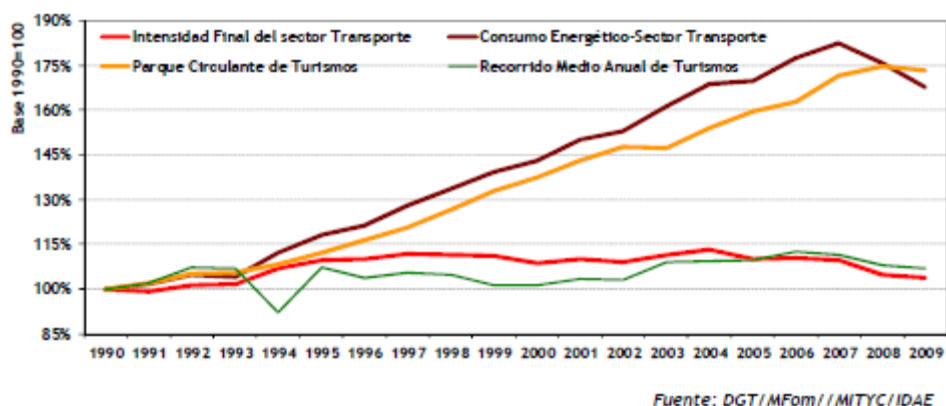


Figura 1: Desarrollo del parque de vehículos

La movilidad de los pasajeros ha sufrido variaciones durante los últimos años dependiendo del medio usado, si nos fijamos en el transporte motorizado se puede ver una cierta estabilización, por el contrario en el caso de los pasajeros de ferrocarriles los cuales han aumentado notablemente a partir de 2007 con la entrada de nuevas líneas de alta velocidad. El tráfico aéreo ha sufrido un descenso a partir de 2008 debido tanto a la crisis económica como a la incorporación de las nuevas líneas de ferrocarril mencionadas anteriormente.

En cuanto al transporte de mercancías, se aprecia una importante bajada de la actividad a partir de 2008 debido a la crisis económica, tanto por carretera como marítimo.

Teniendo todo esto en cuenta, la disminución del consumo de carburante durante este periodo o “ahorro energético”, no se produce en su totalidad por una mejora de la eficiencia en la actividad, si no que existen muchos factores que afectan de forma directa, la crisis económicas es uno de estos factores que ha repercutido de manera muy directa en la actividad industrial y por consecuencia en el transporte de mercancías (bajando la emisión de gases contaminantes). [3]

Aunque no se puede dejar pasar por alto que esta mejora de la eficiencia energética existe, y se debe en gran parte a un conjunto de actuaciones englobados en tres grande bloques de medidas: acciones encaminadas a favorecer el cambio modal de la movilidad de personas, acciones dirigidas a renovar las flotas de transporte para incorporar los avances tecnológicos y acciones encaminadas al uso más eficientes de los medios de transporte.

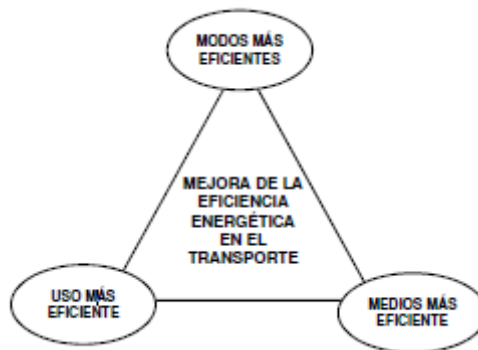


Figura 2: Mejora de la eficiencia energética en el transporte

Estas acciones particularizadas para los diferentes subsectores de transporte, da lugar a actuaciones más concretas, algunas de ellas están recogidas en el siguiente esquema y han ayudado la mejora de la eficiencia energética.



Figura 3: Medidas concretas para el aumento de la eficiencia energética

Antes de comenzar con las medidas adoptadas para aumentar la eficiencia en el sector de transporte, la previsión (para el periodo comprendido entre 2011-2020) de movilidad juega un papel fundamental a la hora de estimar dichas medidas. Con respecto a la movilidad de transporte colectivo de pasajeros se espera un aumento gradual y progresivo.

Durante este periodo se espera que el parque de vehículos en carretera sufra un estancamiento en todas sus versiones, esto se debe al aumento de movilidad en el ferrocarril, sobre el que recaen buena parte de las inversiones en infraestructuras futuras. En el caso de del sector aéreo se espera un aumento progresivo de viajeros aunque con cifras de crecimientos muy inferiores a años inferiores debido en gran medida a la normalización del sector aéreo.

A lo largo del periodo considerado no se espera grandes cambios en cuanto al consumo sectorial de energía por que este seguirá dominado por el sector transporte.

(ktep)	2004	2007	2010	2016	2020
Total Usos Finales		108.258	99.838	101.585	102.220
Transporte	38.317	40.804	36.744	38.500	38.752
Transporte/Usos Finales		37,69%	36,80%	37,89%	37,91%

Fuente: MITYC/IDAE

Tabla 7: Consumo de energía del sector de transporte con respecto a la totalidad

Todas estas estimaciones de evolución de la movilidad vienen a señalar la imprescindible necesidad de aplicar medidas en el fomento de ahorro y eficiente energética en el transporte, contenidas en este Plan de Acción 2011-2020. Con estas medidas se pretende compensar este crecimiento con un enfoque integral, que por una parte suavice las previsiones de crecimientos e incida en el cambio modal hacia modos más eficientes y por otro lado ayude a la incorporación de equipos con rendimientos energéticos en las flotas de transporte.

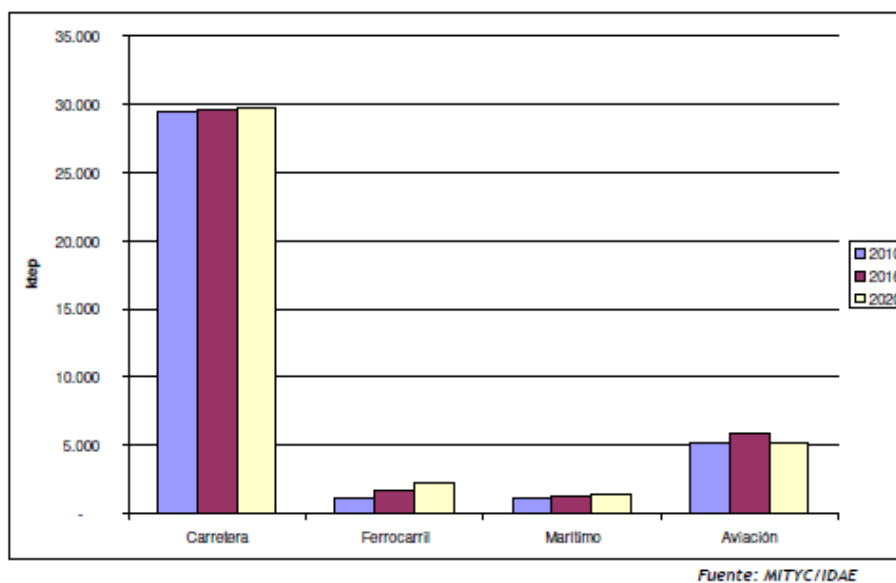


Gráfico 4: Consumo de energía en función del medio utilizado

1.4 Medidas adoptadas por el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética

Una vez considerado todos los datos anteriormente expuesto, las medias de ahorro energético en el Sector Transporte para conseguir los objetivos marcados, se fundamentan en los siguientes elementos: [3]

- Medidas que permitan reducir el crecimiento de la demanda previsible de movilidad (mediante fomento de sistemas de teletrabajo y teleasistencia).

Durante el periodo de estudio (2010-2020) será importante verificar los ahorros energéticos producidos por el importe de las inversiones en infraestructura para el transporte ferroviario, tanto de viajeros como mercancías.

	2010	2016	2020	TOTAL
Inversiones en proyectos (M€)	73	110	139	1.078
Apoyos gestión pública (M€)	36	55	70	539
Ahorros de energía (ktep)	1.549	2.407	3.635	24.991
Peso relativo en el ahorro total del sector	34%	35%	40%	
Emisiones evitadas de CO₂ (ktCO₂)	3.721	5.774	8.724	59.981

Fuente: IDAE

Tabla 8: Inversiones centrados en la movilidad

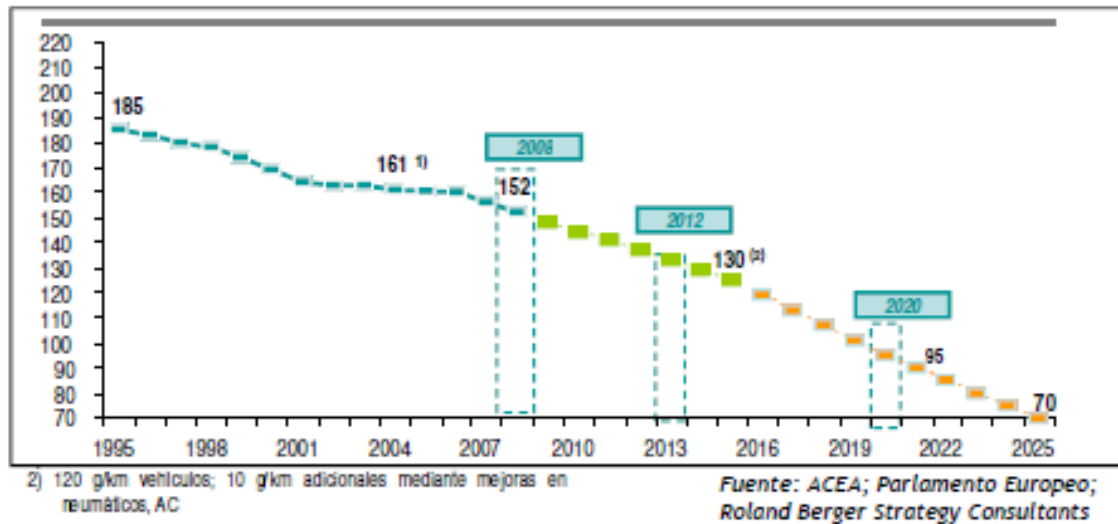


Figura 4: Consumo de CO2 del parque de vehículos

- Medidas que ayuden a equilibrar el reparto modal del transporte de personas y mercancías hacia tecnologías más eficientes (fomento transporte público).
 - Planes de movilidad urbana sostenibles (PMUS)
 - Planes de Transporte de Trabajadores (PTT)
 - Mayor participación de los medios colectivos en el transporte por carretera.
 - Mayor participación del ferrocarril en el transporte de mercancías y viajeros.
 - Mayor participación del sector marítimo en el transporte de mercancías

- Medidas dirigidas a la renovación de las flotas de transporte para incorporar los avances tecnológicos en los vehículos en materia de eficiencia energética.

Dentro de las actuaciones normativas de la UE, existe la obligación de reducir los niveles de emisiones de CO2 de las flotas totales de vehículos turismos vendidos en Europa, hasta altas niveles medio de 95gCO2/km en 2020. Teniendo en cuanto los niveles medio de emisión de 2010 de la flota total eran de 143 gCO2/km el objetivo de 2020 supone reducir el consumo medio de la flota un 33,55%.

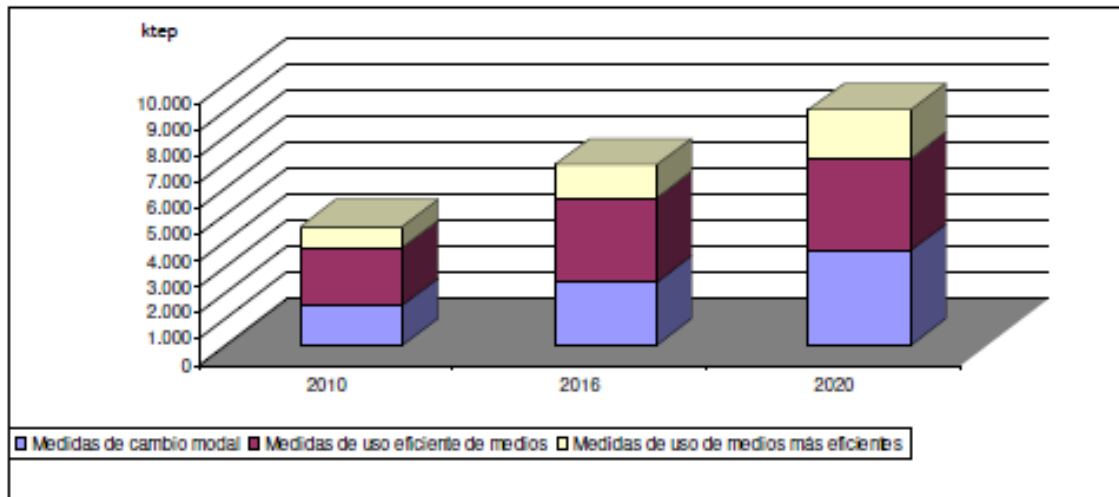
- Medidas que potencien el uso racional de los medios de transporte, fomentando las técnicas de conducción eficiente y los sistemas de gestión para la optimización de flotas y rutas

La incorporación de las nuevas tecnologías a las flotas de transporte de personas y mercancías, para la gestión correcta de recorrido y cargas, seguirá siendo fomentada desde las administraciones publicas dentro de los programas de apoyo, dichas

tecnologías de la información y comunicación suponen también un potencial de ahorro importante en la gestión del tráfico rodado para evitar congestión. Estos planes de ahorro y eficiencia incluirán la formación continua en técnicas de conducción eficiente y la competencia básica para la obtención del permiso de conducir de los nuevos conductores.

- Gestión de infraestructura de transporte
- Gestión de flotas de transporte por carretera
- Gestión de flotas de aeronaves
- Conducción eficiente del vehículo de turismo
- Conducción eficiente de camiones y autobuses

La síntesis de los resultados obtenidos por la combinación de estas medidas, cada una de ellas se subdivide en múltiples medidas, obtiene como resultado los siguientes ahorros de energía estructurados por bloques de medidas.



Fuente: IDAE

Gráfico 5: Ahorro del consumo energético mediante la combinación de las diferentes medidas.

	2010	2016	2020	TOTAL
Inversiones en proyectos (M€)	27	43	56	420
Apoyos gestión pública (M€)	9	13	17	129
Ahorros de energía (ktep)	2.204	3.245	3.525	30.547
Peso relativo en el ahorro	48%	47%	39%	
Emisiones evitadas de CO ₂ (ktCO ₂)	5.132	7.888	8.490	73.498

Fuente: IDAE

Tabla 9: Inversiones para fomentar el uso racional de los medios de transporte

2 Metodología y Datos

Para el análisis de los datos sobre el consumo de energía en el sector de transporte en España, hemos utilizado dos técnicas, las cuales proporcionan un nivel suficiente de datos para el análisis de las medidas adoptadas por el Plan Nacional y su eficiencia sobre el consumo de energía.

Estas técnicas son las siguientes; la descomposición LMDI y el índice de desacoplamiento de Tapio. Ambos modelos serán los grandes protagonistas de este trabajo y marcarán las conclusiones del mismo.

2.1 Índice de desacoplamiento de Tapio

Comenzando por el índice de desacoplamiento de Tapio; en este modelo existen dos factores claves que son: el Valor Añadido Bruto y el Consumo de Energía, este modelo ha sido numerosamente utilizado para analizar la relación entre crecimiento económico y consumo de energía, ambas variables serán determinantes para el cálculo de resultados. Desde un plano más técnico el índice de desacoplamiento de Tapio muestra la elasticidad del consumo de energía con respecto los cambios que se produzcan en el PIB, por tanto mide el cambio porcentual en el consumo de energía resultante de un aumento del 1% en el PIB entre dos periodos de tiempo. Esta elasticidad se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{\frac{\Delta E}{E}}{\frac{\Delta VAB}{VAB}} = \frac{\frac{E_t - E_{t-1}}{E_{t-1}}}{\frac{VAB_t - VAB_{t-1}}{VAB_{t-1}}} \quad (1)$$

E: energía consumida medida en ktoe (kilo toneladas equivalentes de petróleo)
VAB: Valor Añadido Bruto en Índice de volumen Encadenado

Si el valor de δ está comprendido entre 0.8 y 1,2 existe una conexión o acoplamiento entre ambas variables, la zona excluida por este intervalo se define como el estado de disociación o desacoplamiento. Los resultados también se dividen en diversas clasificaciones: desacoplamiento expansivo negativo si $\delta > 1.2$, desacoplamiento débil si $0 < \delta < 0.8$ y fuerte desacoplamiento si $\delta < 0$. [9]

2.2 Descomposición LMDI

El otro modelo utilizado es la Descomposición LMDI, esta técnica se basa en la descomposición de media logarítmica, en nuestro caso del consumo energético del sector de transporte. Dicho modelo tiene la siguiente expresión matemática:

$$E = P \cdot \frac{Y}{P} \cdot \frac{E}{Y} = P \cdot A \cdot I \quad (2)$$

Donde E es el consumo de energía (medido en ktoe), la P mide la población, A el efecto renta e I mide la intensidad del uso de la energía. Como el Plan Nacional abarca un periodo de tiempo, el análisis tendrá en cuenta el factor del tiempo mediante la consideración del incremento de cada variable (Δ), tomando así diferencias temporales:

$$\Delta E^T = E_t - E_{t-1} = \Delta P^T + \Delta A^T + \Delta I^T \quad (3)$$

El sector de analizado es el Transporte, por lo que primero hay que ponderar el peso de este sector, esto se consigue mediante la variable “w”. La variable “w” se obtiene de la función logarítmica media que considera la variación entre dos periodos del consumo de energía final:

$$w_i = \frac{E_{i,t} - E_{i,t-1}}{\ln E_{i,t} - \ln E_{i,t-1}} \quad (4)$$

i: representa el sector estudiado, en este caso Transporte

Las ecuaciones resultantes teniendo en cuenta las variables anteriormente mencionadas (Población, Efecto Renta e Intensidad) y el ajuste mediante la variable “w”; son las siguientes:

$$\Delta P^T = w_i \cdot \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

(4)

$$\Delta A^T = w_i \ln \left(\frac{A_t}{A_{t-1}} \right)$$

(5)

$$\Delta I^T = w_i \ln \left(\frac{I_{i,t}}{I_{i,t-1}} \right)$$

(6)

Con respecto a los datos utilizados, solo se evalúan los datos de los siguientes años: 1995, 2000, 2005, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015. Dichos datos serán extraídos del Balance Energético únicamente del sector Transporte en el caso del consumo energético, el Valor Añadido Bruto en índice de volumen encadenado (INE), la población (P) total en el territorio español durante los años mencionados (INE). [10] [11]

3 Resultados, análisis y discusión

Los resultados obtenidos tras la utilización de los modelos descritos en el apartado anterior son los siguientes:

3.1 Resultados obtenidos por el índice de desacoplamiento de Tapio

Comenzando por el índice de desacoplamiento de Tapio, los valores obtenidos hacen únicamente referencia al sector de Transporte y a sus subsectores, que son los siguientes: subsector de rail, carretera, aviación internacional, aviación nacional, navegación nacional, por tubería y los restantes englobados en “otros”.

δ	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Transporte	0,58239	0,65	-0,27073	-0,864	1,523	0,60326	0,0692	0,4302
Sub. Rail	1,14227	1,4694	-0,4991	-5,218	-1,4128	8,19671	-0,927	2,237
Sub.Carretera	0,61807	0,6598	-0,2567	-1,180	2,2975	-0,0230	0,14221	0,4035
Sub.Avia Inter	0,76234	0,4640	-0,0693	5,484	0,24747	0,0403	0,1915	0,4867
Sub.Avia Nac	1,4955	0,81401	0,20758	-2,880	2,74380	1,9029	0,6409	0,6995
Sub. Navegación	-0,5961	0,3719	-1,2589	-6,050	-0,8003	5,31291	-3,8205	3,13518
Sub.Tubería	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	-0,1963	0,028	-2,767	96,192	-80,723	6,3661	-1,859	-2,841

Tabla 10: Datos obtenidos índice de desacoplamiento de Tapio

Sabiendo que si el valor de δ se sitúa entre 0.8 y 1,2 existe una conexión entre ambas variables, no existe una clara relación entre el valor añadido bruto y el consumo de energía en el sector de transporte ni con sus subsectores.

Los próximos años, ya superada la crisis económica, marcarán si la aplicación de este Plan es realmente el factor determinante para la reducción del consumo energético en el Transporte puesto que el VAB ha demostrado no serlo. Se puede concluir que la economía avanzó hacia un proceso de desacoplamiento, proporcionando valores de desacoplamiento negativo expansivo y débil.

Con respecto a las medidas adoptadas por el Plan Nacional (2011-2020) es cierto que el consumo de energía del sector de transporte se ha reducido considerablemente durante los últimos años (menos en 2015 donde aumenta), por lo que gran parte de esta reducción se puede deber a estas medidas adoptadas.

Consumo de energía (ktoe)	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Transporte	26439	33229	39943	37192	36036	33348	31784	31988	33594

Tabla 11: Consumo de energía sector transporte

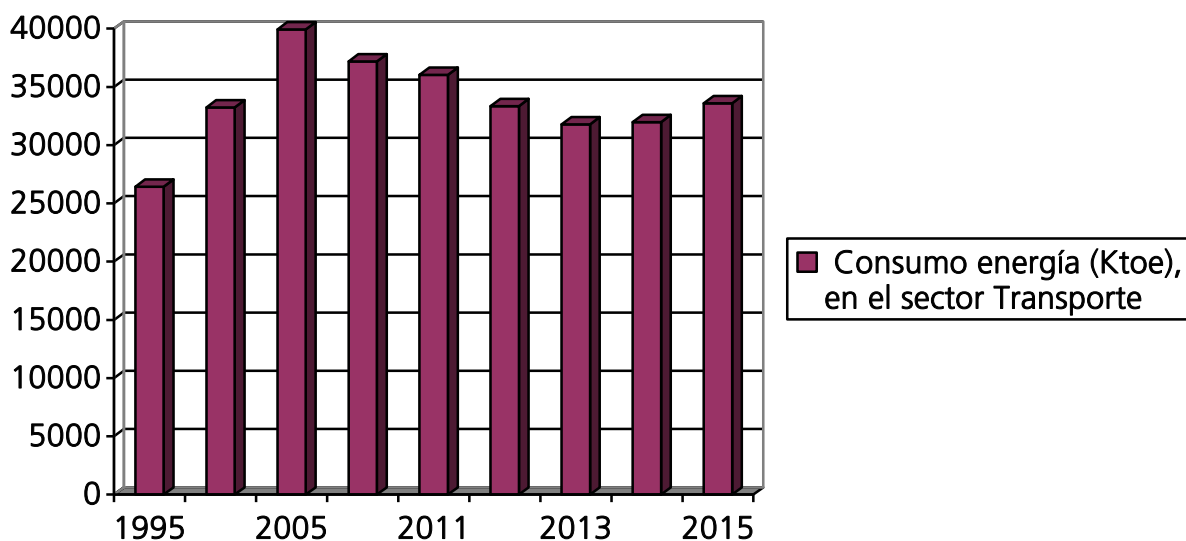


Gráfico 6 Representación del consumo de energía

Por último destacar que los años estudiados son desde 1995-2015 mientras que la aplicación del Plan comienza en 2011, aunque se considera una intensificación o ampliación de planes anteriores [14], es un factor clave en la reducción del consumo. El crecimiento económico previsible para los próximos años será determinante a la hora de la evaluación de las medidas aplicadas, pero sobre todo de la eficiencia puesto que es

probable que el consumo crezcan por lo que se deberá aumentar la eficiencia como efecto compensatorio. [9]

3.2 Datos obtenidos mediante la descomposición LMDI

En cuanto al análisis realizado siguiendo la descomposición LMDI, los factores descritos anteriormente; Intensidad, Población y Renta serán las claves para saber si existe algún tipo de relación entre el consumo de energía en el sector de Transporte y las variables mencionadas.

Los resultados obtenidos haciendo únicamente referencia a nuestro sector de análisis; el Transporte, son los siguientes.

Periodo de tiempo	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Efecto población	615,89	2462,751	2740,88	141,923	112,043	-62,8789	-147,525	-44,1786
Efecto renta	8664,5	7351,752	8739,721	1150,20	-1853,2	-2571,668	2972,303	3662,850
Efecto intensidad	-2489	-3100,45	-11491,4	-2447,26	-947,40	1070,990	-2620,94	-2012,50

Tabla 12: Datos obtenidos mediante método de descomposición LMDI

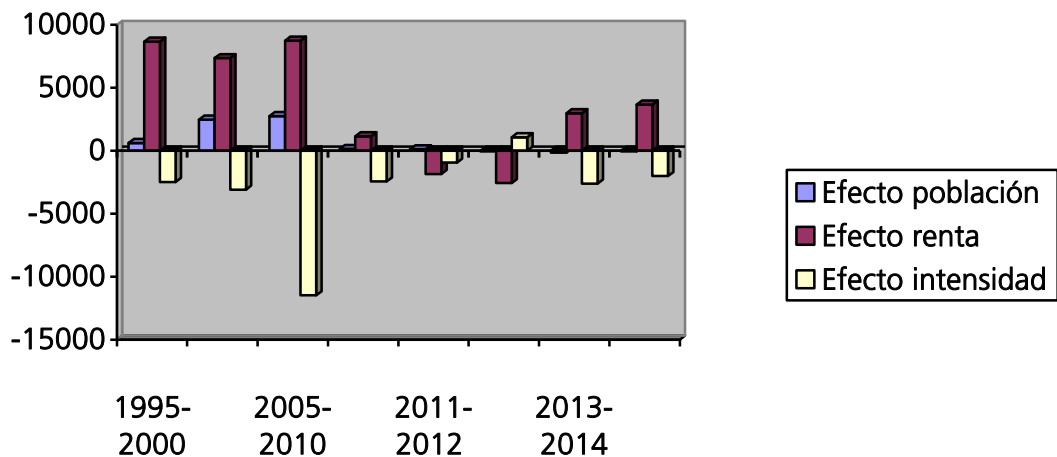


Gráfico 7: Representatividad de los efectos estudiados

3.3 Análisis sobre los datos

La gráfica anterior muestra el cambio de consumo de energía en el sector transporte para el período 1995-2015, en función de los distintos efectos.

El efecto de la variable población pasa casi desaparecido, aunque un aumento de la población siempre produce un aumento en el consumo de energía, en el periodo comprendido entre 1995-2005 es donde adquiere mayor relevancia probablemente debido al gran aumento de población en el que España paso de tener 39,6 a 43,3 millones de habitantes en tan solos 10 años, con el coste en el consumo de energía que esto representa. A partir de 2010 la población se estabilizo e incluso bajo debido a gran parte a la bajada de natalidad, por lo que dicho factor pasó a un segundo plano.

Con respecto al efecto de la variable renta se distinguen tres periodos, los cuales tienen efectos contrarios sobre el consumo de energía. El primer periodo es el comprendido entre 1995 y 2010 con un “signo” positivo impulsando el consumo de energía debido probablemente al crecimiento económico existente en España en esos años, el cual entre otras consecuencias permitía al ciudadano tener varios coches, viajar con mayor frecuencia, es decir aumentar su consumo de energía. Posteriormente la crisis económica provoco la caída de la renta conduciendo a un efecto compensatorio o negativo con respecto al consumo de energía durante los años 2011, 2012 y 2013, los altos valores de desempleo condujeron notablemente a dicho efecto.

Por ultimo existe otro periodo, 2014-2015, donde el efecto renta adquiere un carácter positivo/impulsor del consumo energético gracias a la recuperación económica que permitió aumentar la renta de la población y por tanto su capacidad de consumo.

Finalmente, el efecto intensidad se usa a menudo como una medida o estimación de la eficiencia energética o nivel de tecnología de un país, por tanto se puede entender como una señal que indica la eficiencia del sistema energético, las capacidades de la tecnología, los precios de la energía, técnicas de conservación de la energía e inversiones para la energía.

Este es el factor que tiene mayor relación con las medidas adoptadas por el Plan Nacional puesto que el Plan busca aumentar la eficiencia y el ahorro, mientras que la intensidad es un reflejo de ambos conceptos, existiendo así una relación directa entre ambos puesto que si incorporan de eficiencia energética, como en el Plan vienen recogidas, el factor intensidad también aumentará.

El grafico muestra como existen en este caso tres periodos claramente diferenciados, el primero de ellos comprendido entre 1995-2010 donde el efecto intensidad adquiere con carácter negativo con respecto el consumo de energía, es de decir de compensación o inhibidor del consumo. El periodo 2005-2010 existe un gran efecto compensatorio provocado posiblemente por las fuertes políticas inversión en investigación y eficiencia energética tomadas por el gobierno que han provocado una disminución considerable en el consumo de energía. Existe otro periodo, 2011-2013, donde el efecto intensidad es

casi nulo probablemente debido a la falta de presupuesto para acometer inversiones relacionadas con el ahorro energético.

Con respecto al último periodo comprendidos por los años 2014,2015 se vuelve a un efecto de contraposición con respecto el aumento del consumo energético, debido en gran parte a la recuperación económica y a la medidas del Plan Nacional, que aunque su primer año de implantación fue 2011, sus efectos no han sido apreciables hasta entonces probablemente porque la inversión y la capacidad presupuestaria de España han jugado un papel protagonista en las implantaciones de las medidas anunciadas en el Plan Nacional.

El efecto renta es el único que realmente se puede considerar como impulsor del consumo de energía en el sector de Transporte, puesto que su influencia es notable a la hora de poder consumir energía marcando así los “límites” de la población en cuanto a su consumo energético.

Centrándonos en el efecto población y en su importancia en el consumo de electricidad todavía existe margen para implantar sistemas inteligentes de gestión energética (el Plan Nacional recoge alguna de estos sistemas de ahorro-gestión energética), estos de sistemas pudieran ser: medidores inteligentes, la capacidad de auto-consumo eléctrico, sistemas de almacenamiento para mejorar la gestión de la demanda, además se sugieren otras medidas como programas educativos, todo ello enfocado a que el efecto población deje de ser un espectador en el consumo de energía y se sitúe como un efecto compensatorio o inhibidor.

Por último el efecto de intensidad aparece como el principal factor de compensación del aumento de consumo de energía en España, este factor mantiene unos valores similares en todo el análisis a excepción del periodo comprendido entre 2005-2010, donde llega incluso a contrarrestar de forma completa los efectos de la renta y población. Sin embargo el resto de años no llega a superar la suma de dichos efectos.

Los años de 2011,2012 y 2013 son aquellos donde la crisis económica se manifestaba con mayor fuerza por lo que el análisis adquiere mayor dificultad en la interpretación puesto que entran más factores y variables a la hora de poder estimar las consecuencias o relaciones con respecto el consumo energético del sector de transporte en España.

4 Consideraciones finales, conclusiones y recomendaciones: Indicaciones para futuros trabajos.

Después de realizar este trabajo este estudio sobre la eficiencia energética en sectores económicos claves, como es el caso del transporte sorprende como el análisis de descomposición, aparte de ser una interesante herramienta explicativa, ofrece una valiosa ayuda para evaluar y analizar el progreso de desvinculación del consumo de energético con respecto al crecimiento económico (medido con el VAB), complementado por el índice de desacoplamiento y elasticidad.

Durante todo el periodo analizado, 1995-2015, los resultados nos permiten concluir que realmente existe un desacoplamiento entre el consumo de energía (sector Transporte) y el crecimiento económico, los efectos de población y renta actuaron como los principales impulsores del consumo de energía, tal la vez las medidas propuestas por el Plan Nacional deberán orientarse en mayor medida en ambos factores puesto ellos jugaron un papel importante en la reducción del consumo energético en el transporte en España.

Los tres enfoques aplicados (intensidad, población, renta) sugieren que las conclusiones deben mostrarse en tres subperiodos, 1995-2010, 2011-2013 y 2014-2015. Durante el primer subperiodo, la disminución del consumo de energía se debió principalmente al efecto de la intensidad energética, además el índice de desacoplamiento marcaba de una falta de conexión entre el VAB y el consumo energético, sin embargo a partir de 2010, con la fuerte influencia de la crisis económica, el efecto de la población pasa a ser casi nulo dejando así al efecto renta e intensidad como contraposición al crecimiento del consumo energético, por ultimo a partir de 2013-2014 se vuelven a valores similares a los previos a la crisis sin embargo el efecto renta es mucho menor, por lo que queda esperar si durante los próximos años sigue con esta tendencia alcista tanto el efecto renta impulsor del consumo, como el efecto de disminución por parte de la intensidad.

Con respecto a las medidas actuales de España en vigencia, parecen estar bien orientadas, por lo que hay lugar para cierto lugar para el optimismo con respecto al proceso de eficiencia y ahorro energético, no obstante los resultados nos permiten concluir que dichas políticas deben ser continuadas y ampliadas para un mayor éxito.

Sugerimos una lista de recomendación políticas para continuar con este desacoplamiento entre el crecimiento de la economía y el consumo de energía en el sector de transporte, agrupando nuestras recomendaciones en los siguientes bloques, incentivos económicos, a la hora de producir medios de transporte más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, beneficios fiscales para la empresas en caso de promover la eficiencia, dichas inversiones deben ser supervisadas por las autoridades para certificar que realmente su ponen un ahorro en el consumo de energía, los enfoques regulatorios juegan un papel clave si adquirieran un carácter obligatorio, y obligase a las empresas a instalar sistemas de energía inteligentes (dichas instalaciones deberían ser

subvencionadas en un determinado porcentaje por el Estado, ya que al suponer un coste extra podría llegar a desincentivar el emprendimiento empresarial), ese sistema de energía inteligente conducirá a un menor demanda de energía, y por último recomendamos la implantación de algún tipo de señalización o etiquetado en los vehículos sobre su consumo energético para una mayor concienciación del coste que suponen, como ya pasa en los electrodomésticos o en las bombillas

Esto se debe en gran parte al malentendido o falta de conocimiento que existe en la población con respecto al ahorro de energía en el sector de transporte, esta falta de información hace que los programas educativos sean cruciales para que la percepción errónea disminuya. Para la aplicación de estas medidas junto al resto de las expuestas en el Plan Nacional es necesaria la negociación entre el gobierno y el sector de transporte llegando a compromisos por parte de ambos.

Aunque las expectativas son positivas con respecto a la eficiencia energética y la disminución del consumo energético se debe permanecer en dichas políticas y establecer así una hoja de ruta para la lucha contra el cambio climático y sus consecuencias.

4.1 Conclusiones y recomendaciones

No se debe olvidar que los datos obtenidos son desde 1995-2015, mientras que la fecha de aplicación del Plan es en 2011 por lo que sería recomendable para futuros trabajos realizar un estudio sobre los datos de consumo en los años posteriores para así poder entablar una mejor correlación entre las medias del Plan de Eficiencia y Ahorro Energético con respecto al consumo de energía, entendemos que los años posteriores a la crisis y de crecimiento económico marcarán la eficacia de las medidas adoptadas los posibles reajusten que deban hacerse.

Antes de realizar el estudio desconocía con profundidad la problemática existente, es cierto que sabemos que existen medidas para aumentar la eficiencia energética y disminuir la emisión de gases de carácter contaminante como el CO₂, pero no habíamos llegado a cuantificar y evaluar la eficacia de dichas medidas lo que supone un avance para la comprensión y la visualización de la dimensión que ha adquirido dicho tema en las últimas décadas. [9] [13]

Después de haber realizado el trabajo sorprende la cantidad de factores y variables a la hora de poder estimar las relaciones que existen con respecto al consumo de energía y las dificultades que existen para poder estimar con cierta precisión la variabilidad del consumo energético con las variables estudiadas.

Por último a modo de conclusión más personal, destacar que la problemática descrita durante todo el trabajo está presente la mayoría de los países por lo que su estudio y análisis en casi una tarea obligada para cada gobierno. [14]

5 Bibliografía

- [1] Real Academia Española. Diccionario de la lengua española [versión electrónica] <http://dle.rae.es/?id=FGD8otZ>
- [2] Espada.B *¿Cuáles son las principales fuentes de energía del mundo?* <https://renovable.com/principales-fuentes-de-energia-del-mundo/>
- [3] MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. Gobierno de España, *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (2011-2020)*. <http://www.idae.es/publicaciones/plan-de-ahorro-y-eficiencia-energetica-2011-2020-2o-plan-de-accion-nacional-de>
- [4] Hispan TV, (2014, Enero 24) Fort Apache- La dictadura de las eléctricas. <https://www.youtube.com/watch?v=0m6mIWgvmdI>
- [5] E.B (21 de Febrero 2017), *¿Qué países europeos tienen más dependencia energética?* El Boletín. <https://www.elboletin.com/mercados/145893/paises-europeos-dependencia-energetica.html>
- [6] Bassest.L (19 Octubre 2014). La guerra de la energía. *El País*
- [7] MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. Gobierno de España, *La energía en España*. <http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/energia-espana-2016.pdf>
- [8] MINISTERIO DE FOMENTO. Gobierno de España. *El Transporte en España, un sector estratégico*. https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/BE3C23F7-3743-43AE-9D44-DEAB45616099/19599/Resumen_ejec.pdf
- [9] Román-Collado, R, Cansino. J y Botia.C. How far is Colombia from decoupling? Two-level decomposition analysis of energy consumption changes. Energy. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218301695>
- [10] Instituto Nacional de Estadística, Valor Añadido Bruto años 1995,2000, 2005, 2010-2015.
- [11] MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL, Gobierno de España, Balances energéticos en España (1995, 2005,2010-2015)

[12] Cadena de suministro. *¿Cómo es el sector de transporte y la logística en España?*
<http://www.cadenadesuministro.es/noticias/como-es-el-sector-del-transporte-y-la-logistica-en-espana/>

[13] *Carbon budgets of potential tropical perennial grass cropping scenarios for bioenergy feedstock production.* Carbon Management

[14] MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. Gobierno de España, *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (2004-2020)*.
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Estrategia_de_Ahorro_y_Eficiencia_Energetica_en_Espana_2004_2012_Plan_de_Accion_2008_2012_b7b7f346.pdf