



## Hábitos de consumo sostenibles e impactos ambientales en economías regionales. Una aplicación para la economía aragonesa (España)

**Autor:** Sofiane Rebahi

**Institución:** Universidad de Zaragoza

**Otros autores:** Julio Sanchez-choliz (Universidad de Zaragoza); Rosa Duarte (Universidad de Zaragoza)

---

## Resumen

Los hogares, a través de su demanda en la economía, son potencialmente uno de los actores principales en la reducción de emisiones. El impacto ambiental de la demanda privada incluye las emisiones directas e indirectas. El presente análisis se enfoca en la contaminación atmosférica causada por las emisiones de gases a efecto invernadero y dióxido de azufre. Haciendo uso de un Modelo de Equilibrio General Aplicado, se analizan a través de simulaciones el impacto ambiental de algunas de las medidas del Plan de Acción de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (PAE4 2005-2012) relacionadas con cambios en la conducta de los consumidores. Concretamente, se analiza el impacto del ahorro eléctrico y la promoción del transporte público frente al uso del coche privado bajo distintos supuestos de ahorro y de eficiencia del transporte público.

**Palabras claves:** Modelo de Equilibrio General Aplicado , Modelo input-output, Emisiones atmosféricas, Consumo de hogares, Economía regional, Cambio climático

## 1. Introducción

En la actualidad, el resultado del desarrollo y progreso tecnológico ha originado diversas formas de contaminación, las cuales alteran el equilibrio físico del ser humano. La contaminación atmosférica es uno de los problemas medioambientales que se extiende con mayor rapidez. El presente análisis se enfoca en la contaminación atmosférica causada por las emisiones de GEI (gases a efecto invernadero) y SO<sub>2</sub> dióxido de azufre. Los GEI son los principales causantes del cambio climático, la preocupación por este problema ambiental ha evolucionado hasta situarse en un lugar prioritario en la agenda de los países industrializados. Con la adaptación del protocolo de Kioto, los países firmantes se comprometieron a reducir las emisiones globales de gases a efecto invernadero al menos un 8% entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. España es el país industrializado donde más han aumentado las emisiones de CO<sub>2</sub>, situándose en torno al 50% en los años 2004 y 2005 respecto al año base de 1990, frente al 15% que le correspondía en el reparto correspondiente hecho por la Unión Europea. De otra parte, las emisiones de SO<sub>2</sub> tienen un impacto local y proceden fundamentalmente de la combustión de combustibles fósiles. Estas emisiones son parcialmente responsables de las lluvias ácidas y de contaminación de los núcleos urbanos. La reducción de estas emisiones constituye uno de los objetivos prioritarios de la política ambiental comunitaria, habiéndose establecido techos de emisión de esta sustancia para cada estado miembro (Directiva 2001/81/CE).

La Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias (EACCEL) es la referencia base en Aragón, de modo coordinado con la Estrategia Española, que debe contribuir desde la Comunidad Autónoma a cumplir con los compromisos establecidos en la planificación nacional e internacional para asegurar la reducción de emisiones de GEI en los sectores no afectados por la Directiva de comercio de derechos de emisiones. El objetivo de referencia de la EACCEL es la reducción de las emisiones de GEI de Aragón en 1,3 MtCO<sub>2eq</sub> (0,256 MtCO<sub>2eq</sub>/año) durante el periodo 2008-2012. El Plan Nacional de Reducción de Emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión, cuyo horizonte temporal abarca el periodo 2008-2015, plantea el objetivo de reducir al final de la vigencia del Plan las emisiones de SO<sub>2</sub> en un 80% con respecto a las de 2001.

El objetivo concreto de este trabajo es analizar el impacto del consumo de hogares sobre las emisiones de GEI y SO<sub>2</sub> en Aragón, haciendo uso de un Modelo de Equilibrio General Aplicado (MEGA). La incorporación de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el análisis ayudara a aproximarnos al impacto regional de los hogares ya que, al contrario de las emisiones de GEI, este gas se caracteriza por su efecto local. Para profundizar en esta línea se propone analizar a través de simulaciones el impacto ambiental de algunas de las medidas del Plan de Acción de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (PAE4 2005-2012), documento de planificación nacional que sirve de guía a los objetivos de EACCEL.

Los hogares, a través de su demanda en la economía, son potencialmente uno los actores principales en la reducción de emisiones. Esto exige una información fiable y de fácil comprensión, que será de gran importancia si queremos que los hogares se conciencien del consumo sostenible y se conviertan en una fuerza motriz relevante del mercado. La incorporación de esta perspectiva en el análisis de las emisiones aporta nuevos elementos para diseñar las estrategias de reducción de las emisiones y permite

determinar el alcance real del impacto que tienen los hábitos de consumo de una población sobre las emisiones, lo que facilita la priorización de los ámbitos y productos de consumo sobre los cuales actuar.

Nuestra hipótesis de partida consiste en considerar que la responsabilidad de las emisiones atmosféricas no sólo está asociada a quien las produce, sino también al usuario final de los productos, incluso cuando estos son importados de otras economías. Munksgaard et al., (2001). Por este criterio, se consideran emisiones indirectas de los hogares las generadas en los procesos productivos para satisfacer la demanda privada. Siguiendo este criterio podemos asociar estas emisiones productivas también a la exportación, gasto público y a la inversión. En contraste, las emisiones generadas por la calefacción, cocina, uso de coche...etc. se consideran directas y dependen de la cantidad de energía consumida (gasolina, gas, carbón...etc.). Utilizando el modelo input-output, este enfoque fue abordado en numerosos estudios para el cálculo de los impactos ambientales de los hogares, Proops et al. (1993), Bicknell et al. (1998), Ferng (2002), Hubacek y Giljum (2003), Resosudarmo (2003), McDonald y Patterson (2004), entre otros. En el caso de España, estos modelos han sido también ampliamente utilizados para el estudio del impacto ambiental. Una revisión de la literatura puede verse en Sánchez-Chóliz et al. (2007).

La segunda hipótesis que se contempla en el análisis se refiere al “efecto rebote” o “*Backfire effects*” (Jevons, 1865; Khazzoom 1980; Brookes 1990; Herring, 1999; BirolandKepler, 2000, Saunders, 1992, 2000 a, b; Schipper, 2000). Este efecto es el resultado del impacto de los cambios en el consumo privado sobre los precios efectivos, que a su vez pueden influir en la demanda final, la competitividad de la economía y los ingresos de los hogares, y por lo tanto sobre las emisiones atmosféricas. La magnitud de este efecto depende del grado de respuesta en el precio de bienes ante un cambio de la demanda de la economía en cuestión. En este contexto, el Modelo de Equilibrio General Aplicado (MEGA) ha sido cada vez más empleado para el análisis empírico de cambios en la estructura de la demanda y mejoras de eficiencia energética, ya que este permite captar el efecto rebote que no incluyen los modelos input-output. Anson et al. (2009). El estudio de los efectos rebote es un área relativamente nueva. En (Sorrell, 2007) se identifican sólo ocho trabajos que han utilizado MEGA para evaluar los impactos económicos y ambientales de una mejora en la eficiencia energética y de sus efectos rebote. La mayoría de estos trabajos se han centrado en el análisis de los sectores productivos.

Tras esta introducción, el documento presenta en la segunda sección las fuentes de información para la elaboración de una SAM y de las cuentas de emisiones, así como los principales supuestos del MEGA usado y que se calibra con la anterior SAM. En la tercera sección se analiza la estructura contaminante de la economía de Aragón. En la cuarta se describen los experimentos de simulación realizados para analizar el papel de los hogares y de algunas medidas aplicables. En la quinta y sexta sección se presentan respectivamente los resultados, las conclusiones y posibles extensiones del estudio.

## 2. Datos y metodología

El Modelo de Equilibrio General Aplicado (MEGA) usado en este trabajo tiene su base en el modelo estándar elaborado por “International Food Policy Research Institute” (IFPRI). La construcción del MEGA aragonés para el 2005 exige su calibración con una base de datos que describa la economía aragonesa. En este trabajo, una nueva Matriz de Contabilidad Social para Aragón fue elaborada para el año 2005 (SAMA-05). Éste año es el más reciente por el cual se dispone del Marco Input-Output (MIOA-05), Pérez y Parra (2009), la fuente principal usada para obtener SAMA-05.

### 2.1. Matriz de Contabilidad Social de Aragón para 2005

La estructura contable usada para registrar los diferentes flujos de la SAMA-05 es una matriz cuadrada que abarca 30 actividades económicas, dos factores de producción (Trabajo y Capital), y los hogares, Instituciones sin fin de lucro al servicio de los hogares (ISFLSH), Sociedades, Gobierno y Sector exterior. La cuenta del gobierno, está constituida por la cuenta de las administraciones públicas (AAPP), el impuesto sobre el valor añadido (IVA) y la cuenta de los impuestos de productos netos de subvenciones. Básicamente, la SAMA-05 es una extensión del marco input output de Aragón (MIOA-05) para incorporar el flujo de renta entre las instituciones. La *sub-matriz de rentas entre instituciones* es una aportación fundamental de toda SAM, ya que proporciona una visión desagregada del flujo circular de la renta y permite describir cómo el proceso productivo influye en la generación de rentas disponibles, y estas a su vez determinan el consumo, el ahorro, la inversión y las necesidades de financiación de los distintos sectores institucionales. Una estructura marco de esta sub matriz, seguida para obtener la SAMA-05, puede verse en Mainar (2010).

Ante una ausencia de información al nivel regional, la estimación de esta sub-matriz partió de una primera estimación para España utilizando los datos de Contabilidad Nacional de España, INE (2005a), las *Cuentas Financieras de la Economía Española 2005*, Banco de España (2005), y las *Cuentas de Administraciones Públicas 2005* (IGAE, 2005). A la sub-matriz parcial se le aplica el método GRAS<sup>1</sup> para ajustarla a los datos de la Contabilidad Regional para Aragón, INE (2005b) y obtener una sub-matriz de flujos interinstitucionales que se incorpora en la SAMA-05. A continuación se incluyen los impuestos registrados en el MIOA-05 (IVA e Impuestos netos productos) que pagan los sectores institucionales a las AAPP. Finalmente se determina la cuenta de ahorro<sup>2</sup> y la capacidad /necesidad de financiación que presenta la economía aragonesa igualando los recursos y empleos de las distintas cuentas.

<sup>1</sup> El método fue propuesto por Leontief y desarrollado por (Stone, 1963). El RAS ha sido utilizado con frecuencia para la actualización de la matriz interindustrial, desde 1969, este método haría posible su extensión como método de regionalización.

<sup>2</sup> Se puede comprobar que estos valores representan un porcentaje situado entre 2,1 y 2,5% del ahorro bruto nacional de los distintos sectores. Porcentaje que coincide con lo que representa la economía de la comunidad de Aragón en la economía nacional.

## 2.2. Las cuentas de emisiones

Las emisiones que vamos a considerar son las de los gases de efecto invernadero (GEI) y las emisiones de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). Los gases emitidos a la atmósfera que se consideran causantes del efecto invernadero, según las directrices del Protocolo de Kioto, son: *dióxido de carbono* ( $\text{CO}_2$ ), *metano* ( $\text{CH}_4$ ); *monóxido de nitrógeno* ( $\text{N}_2\text{O}$ ), *hexafluoruro de azufre* ( $\text{SF}_6$ ), *hidrofluorocarbonos* (HFC) y *perfluorocarbonos* (PFC). La metodología para la elaboración de la cuenta de emisiones atmosféricas sigue el modelo NAMEA, que permite integrar correctamente el conjunto de la información ambiental en el sistema económico de modo, que los conceptos, definiciones y normas contables serán los correspondientes al Sistema de Cuentas Nacionales SEC-95. Para elaborar la cuenta de emisiones de GEI partimos de los datos del Inventario CORINE-AIRE 2005 de Aragón (DGA, 2006a). Aunque la metodología de elaboración de este inventario es distinta de la usada en el NAMEA, este inventario recoge las emisiones atmosféricas de las actividades económicas y de los hogares y permite obtener las cuentas de emisiones después de una serie de ajustes hechos siguiendo a Tudini y Vetrella (2004). Dado que el efecto invernadero que causan los gases considerados no es equivalente, es necesario ponderar las emisiones por unos factores de conversión dados por el *Potencial de Calentamiento Global* (GWP), IPCC (2007), y expresarlos en Kilotoneladas equivalentes de  $\text{CO}_2$ . Finalmente, para la estimación de las emisiones de  $\text{SO}_2$  se han utilizado también los datos del *Inventario de emisiones a la atmosfera en la comunidad autónoma de Aragón* (DGA, 2006b).

## 2.3. Modelo de Equilibrio General Aplicado

En nuestro análisis, usamos un MEGA estándar tipo IFPRI calibrado a partir de la SAMA-05, para simular el impacto de cambios exógenos sobre los niveles de emisiones en Aragón. Diversos trabajos empíricos se han basado en este modelo, ver por ejemplo Banerjee et al. (2006). Para su calibración, además de la base de datos (SAMA-05) se requiere de ciertas elasticidades que deben especificarse de manera exógena. Una descripción detallada del modelo de IFPRI se puede encontrar en Löfgren et al. (2002). A continuación se describen brevemente los principales supuestos considerados en el presente trabajo a la hora de concretar el MEGA.

Las actividades productivas maximizan los beneficios minimizando los costes sujetos a un nivel dado de producción. La tecnología de producción en el modelo estándar esta modelada como una combinación de los consumos intermedios y valor añadido. Se asume una función de producción de coeficientes fijos eliminando posibles cambios tecnológicos a corto plazo en la combinación de los factores de productivos (trabajo y capital).

La importación esta expresada usando la función de Armington, según la cual la demanda del consumo agregado (agregado Armington) se descompone en un componente domestico y otro de importación, Armington (1969). La flexibilidad de sustitución entre ambos componentes se presenta por la elasticidad Armington, considerada igual a ( $\sigma_q = 0,8$ ) para todos las actividades económicas. La producción total se distribuirá entre las exportaciones y las ventas domesticas. La transformación entre ambas ventas se expresa por una elasticidad de transformación de la función (CET), asumida igual a ( $\sigma_t = 1,6$ ) para todos las actividades económicas.

Los hogares perciben sus ingresos a partir de los factores de producción y las transferencias del gobierno e de otras instituciones. El gasto en consumo de los hogares es igual a la renta disponible tras las reducciones del pago de impuestos, ahorro y transferencias a otras instituciones. Todos los hogares pagan impuestos, realizan transferencias y ahorran conforme a porcentajes fijos de sus ingresos. El consumo privado por producto resulta de la maximización de la utilidad de acuerdo a un sistema lineal de gasto (LES). En esta función se han utilizado las elasticidades gasto estimadas en Mainar (2010) para España.

Los ingresos del gobierno provienen de los impuestos pagados por las actividades productivas, del capital, de los hogares y de las transferencias que realizan las instituciones. Estos ingresos se destinan al gasto público, transferencias y al ahorro público. La cantidad de gasto público por producto después de la simulación se ajusta a partir de la multiplicación de la cantidad del año base por un factor de ajuste. De forma similar, se determina la inversión a partir de las cantidades de referencia.

El modelo IFPRI incluye tres balances macroeconómicos: Balance del sector exterior, balance del gobierno y el balance ahorro-inversión. Estos balances permiten elegir entre distintas reglas de cierre del modelo que se pueden consultar con detalle en (Löfgren et al., 2002). Dado que se trata de un modelo para un periodo, se ha asumido que el ahorro del gobierno es flexible, lo que implica que el tamaño del sector público (medido por el gasto público) es fijo a corto plazo, el tipo de cambio es endógeno y el ahorro exterior es constante. En el balance ahorro-inversión, la formación bruta del capital es flexible mientras que los impuestos sobre el capital y la capacidad/necesidad de financiación son constantes. Adicionalmente, y para aislar cualquier efecto debido a cambios en los ingresos de hogares y analizar mejor como la estructura de consumo influye en las emisiones atmosféricas, se han mantenido los ingresos de los hogares constantes.

## 2.4. El modelo de emisiones atmosféricas

La incorporación de las emisiones en el modelo IFPRI, se basa en el las emisiones directas e indirectas de las actividades productivas y las emisiones directas de los hogares.

$$E^{\text{TOT}} = E^{\text{DH}} + E^{\text{DIA}}$$

Donde  $E^{\text{TOT}}$  son las emisiones totales,  $E^{\text{DH}}$  las emisiones directas de los hogares y  $E^{\text{DIA}}$  emisiones directas e indirectas generadas en el conjunto de las actividades productivas.

Las emisiones  $E^{\text{DH}}$  se refieren a las resultantes del consumo energético de los hogares. En el MEGA, estas emisiones pueden obtenerse como el producto del vector  $\mathbf{i}=(i_e)$  de emisiones por unidad de cada tipo de consumo energético en el escenario base por el vector de consumo energético después de la simulación  $\mathbf{c}=(c_e)$ , el índice  $e$  se refiere al tipo del producto energético (“Carbón”, “Productos de refino de petróleo” y “Gas”). Por tanto,  $E^{\text{DH}} = \mathbf{c}' \mathbf{i}$ . Señalemos que el consumo eléctrico no se incluye en estas emisiones, porque las emisiones derivadas de este se atribuyen totalmente al sector eléctrico. Las emisiones  $E^{\text{DIA}}$  son aquellas que ocurren durante los procesos de producción para satisfacer la demanda final e incluyen las correspondientes al consumo



eléctrico. A través del modelo Input-Output se relacionan las emisiones con los flujos monetarios expresados en SAMA-05<sup>3</sup> de acuerdo con la siguiente relación.

$$E^{DIA} = \mathbf{d} (\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1} \mathbf{s}$$

Donde  $E^{DIA}$  es la emisión directa e indirecta de las actividades productivas (en Kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente),  $\mathbf{d}$ , un vector unitario de emisión (Kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) por unidad monetaria de la oferta por producto;  $(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}$ , la matriz inversa de Leontief, con  $\mathbf{A}$ , una matriz de coeficientes técnicos que corresponde a las relaciones intersectoriales de la economía aragonesa,  $\mathbf{I}$  es una matriz identidad y, por último,  $\mathbf{s}$  es el vector de la demanda final.

### 3. Escenario base

La información contenida en las cuentas de emisiones de GEI permite obtener una descripción básica de la estructura de las emisiones de GEI en Aragón que puede verse en el cuadro A1 del anexo. En este observamos que cuatros actividades productivas abarcan mas del 75% de las emisiones de GEI en Aragón. Las emisiones de “Energía eléctrica”, “Minerales y productos no metálicos” y “Papel, artículos de papel e impresión” son principalmente emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que las emisiones de “Agricultura, silvicultura y acuicultura” son principalmente emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>. Las emisiones de GEI generadas en el sector domestico totalizan 1.581 Ktn de CO<sub>2eq</sub>, lo que supone una contribución de 6,92% a las emisiones de estos gases en Aragón. En la cuenta de emisiones de SO<sub>2</sub>, se observa que solo el sector eléctrico representa más de 82% y que la responsabilidad directa de los hogares es casi nula (587 Tn, el 0,30%).

Apoyándonos en el modelo Input-Output, se han distribuido las emisiones directas de las actividades productivas entre los distintos componentes de la demanda final. Este reparto permite conocer el impacto ambiental de cada componente (hogares, sector exterior, gobierno, ISFLH e inversión). Como puede verse en el cuadro 1, las emisiones asociadas a la exportación (emisión incorporada) son las más importantes en Aragón, representan el 43,97% de las emisiones de GEI y el 43,87% de las emisiones de SO<sub>2</sub> generadas en los procesos productivos. Las emisiones de este último gas que se asocian al consumo privado representan el 42,63%, mientras que el peso de las emisiones de GEI asociadas al consumo privado se sitúa en el 33,34%. Para el resto de la demanda final, estas emisiones son menos del 16%, correspondiendo a la inversión 2/3 aproximadamente de este resto. Esta estructura revela el mayor peso de las emisiones indirectas de los hogares frente a las directas; las indirectas de GEI son más de 4 veces las directas y las de SO<sub>2</sub> son más de 40 veces las directas.

<sup>3</sup> Estas relaciones han sido utilizadas en diversos trabajos, ver por ejemplo Sánchez-Chóliz *et al.* (2007).



Cuadro 1. Emisiones de GEI y de SO<sub>2</sub> asociadas a la demanda final

	GEI (Ktn)	%	SO <sub>2</sub> (Tn)	%
Emisiones directas de los hogares (1)	1.581	6,92	587	0,30
Emisiones de las actividades económicas (2)	21,266	93,08	194.375	99,70
<i>Hogares</i>	6.862	33,34	83.104	42,63
<i>Exportación</i>	11.095	43,97	85.535	43,87
<i>Gobierno</i>	1.167	5,31	9.362	4,80
<i>ISFLH</i>	30	0,13	268	0,14
<i>Inversion</i>	2.113	10,32	16.106	8,26
Emisiones totales (1+2)	22.847	100	194.962	100

La estructura contaminante de cada componente de la demanda final por grupo de productos para las emisiones consideradas se presenta en el grafico 1 y 2. Esta estructura recoge únicamente las emisiones de las actividades productivas.

El grafico 1 indica que las emisiones de GEI asociadas a los hogares se deben principalmente al consumo de “Productos energéticos”, “Agricultura y alimentación” y a los “Servicios” (especialmente los servicios comerciales e inmobiliarios). La importancia de estos servicios se debe al volumen de estos en la cesta de consumo y no a su potencial de emision. Los productos de “Agricultura y alimentación” y los de de industria ganan peso mientras que los “Productos energéticos” y “Servicios” lo pierden en las emisiones atribuibles a las exportaciones. Para el resto de demanda final, las emisiones asociadas a ISFLSH y gobierno se explican principalmente por el consumo de servicios (educación y sanidad) y las asociadas a la inversión se deben en mayoría a “Construcción”. El análisis de las emisiones de SO<sub>2</sub> en el grafico 2, revela una estructura contaminante bastante diferente de la anterior. Aquí vemos que “Productos energéticos”, tienen un mayor peso en las emisiones asociadas al consumo privado y a las exportaciones, mientras que el peso de los productos de “Agricultura y de alimentación” se reduce muchísimo. Para el resto de la demanda final, la estructura contaminante de las emisiones de SO<sub>2</sub> es muy parecida a la de las GEI. Recuérdese que, las diferencias en la estructura contaminante para las dos tipos de emisiones se explican por la intensidad de emision de cada actividad (la cantidad de emision por una unidad de output), ya que no hay cambios en la composición de productos de los componentes de la demanda.

Grafico1. Emisiones de GEI asociadas a la demanda final

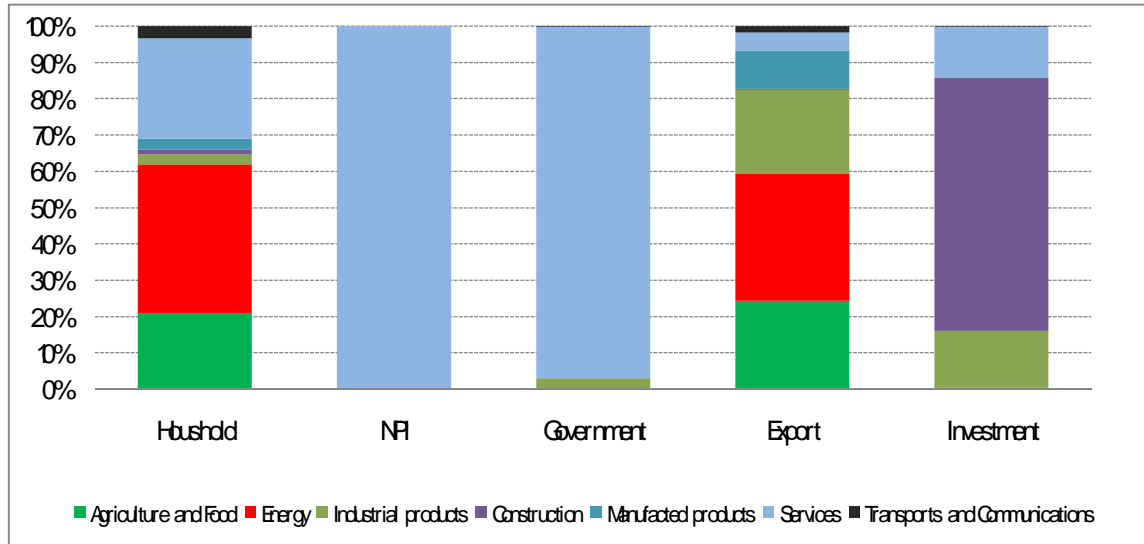
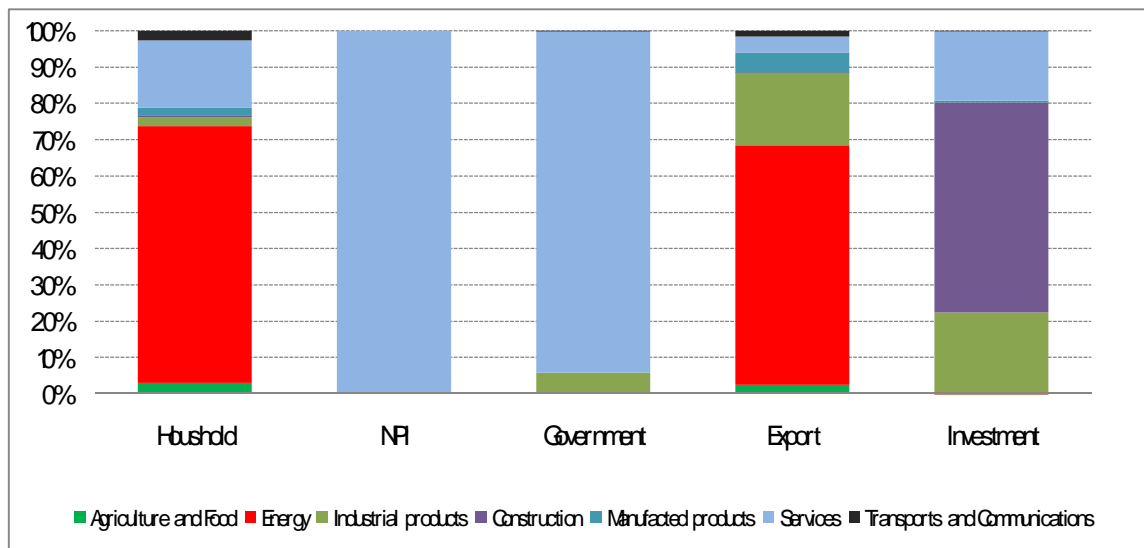


Grafico2. Emisiones de SO<sub>2</sub> asociadas a la demanda final



#### 4. Escenarios de simulación

De acuerdo con los objetivos planteados en el presente trabajo se simulan dos escenarios donde se busca una aproximación al impacto ambiental de dos medidas concretas del PAE4.

## Escenario 1: Ahorro eléctrico en el sector domestico

Este escenario se centra en la reducción del consumo eléctrico de los hogares aragoneses en un 10%. De acuerdo con nuestras estimaciones, esta energía representa el 41,34% del consumo energético de los hogares, situándose en torno a los 4901 Gwh (DGA, 2005). Este ahorro puede conseguirse con un uso más responsable de la energía eléctrica y, tal como se plantea en el Plan RENOVE de electrodomésticos del PAE4, con la sustitución de electrodomésticos con un bajo etiquetado energético por otros con etiquetado energético de clase A ó superior. Este escenario se realiza bajo dos supuestos: a). Se distribuye el ahorro derivado del consumo eléctrico entre el consumo del resto de productos según la estructura de consumo del escenario base (efecto rebote). Eso supone un aumento en el consumo del resto de productos en un 0,20%. b). Se mantiene el consumo del resto de productos constante. Esta consideración supone una reducción en el gasto total en consumo del 0,20%, que se destina a la cuenta del ahorro privado.

## Escenario 2. Promoción del transporte publico frente al uso del coche privado.

Se simula una medida de cambio modal en el sector de transporte de los hogares aragoneses, tal como se propone en el PAE4. El objetivo de esta medida es actuar sobre la movilidad urbana para conseguir cambios importantes en los tipos de transportes, con una mayor participación de los medios más eficientes de transporte (especialmente el transporte público), en detrimento del uso del vehículo privado con baja ocupación. La concreción de esto en el MEGA consiste en asignar una parte de la reducción de los costes del uso del coche privado para los desplazamientos al gasto en los servicios de transportes y comunicaciones. Los costes que pueden evitarse tras este cambio modal son relacionados con el mantenimiento del coche, corrección de averías y cambio de neumáticos, depreciación: pérdida de valor del vehículo a lo largo del tiempo de su utilización, costes de financiación, combustibles, seguros, garaje, peaje y aparcamientos...etc.

Sin embargo, para facilitar el diseño de este escenario, se ha considerado en el presente trabajo únicamente los costes del consumo energético (gasóleo y gasolina), ya que estos están relacionados directamente con el problema de emisiones atmosféricas. Asimismo, se ha asumido una reducción de 10% en estos consumos "Productos de refino de petróleo".

No obstante, el ahorro en el consumo energético no se destina totalmente a satisfacer la necesidad de transporte de los individuos porque se asume una mayor eficiencia en estos. Dicha eficiencia depende en general del tipo de transporte usado (bus, tren, taxi, metro, bicicletas, tranvía, barco o avión) y la distancia recorrida (urbana, regional o nacional). Ante una ausencia de estudios sobre los costes promedios de desplazamientos en Aragón, se han considerados en nuestra simulación los costes de desplazamientos provinciales para Gipuzkoa para tres tipos de transportes (Coche-Bus-Tren). En el estudio de DFG (2006), donde se analizan los beneficios económicos y ambientales de las alternativas de transporte, se concluye que el coste promedio anual del uso de autobús (alternativa 1) o del tren (alternativa 2) permite un ahorro de 75% o 88 % respectivamente en los costes de desplazamientos dentro de la provincia. Se trata por lo tanto, en la primera alternativa, de asignar un 25% del ahorro en "Productos de refino de

petróleo” a “Transportes y comunicaciones”. La alternativa de usar el tren en lugar del coche es más eficiente, ya que considera un 12% del ahorro en gasóleo y gasolina que se gasta en transportes. Finalmente, al igual que la medida anterior, este escenario se analiza bajo los dos supuestos (a) y (b).

## 5. Resultados de la simulación

Los impactos de los escenarios simulados sobre las emisiones de GEI y SO<sub>2</sub> se expresan en porcentaje de cambio con respecto al escenario base y en cantidad de emisión. De acuerdo a las hipótesis planteadas, se analizan las emisiones directas de los hogares y las directas e indirectas de las actividades productivas. Estas últimas también serán desagregadas según los componentes de la demanda final. A continuación se comentan los resultados de los escenarios realizados.

### 5.1. Efecto del ahorro eléctrico sobre las emisiones

El incremento de las emisiones directas de los hogares en este escenario corresponde al cambio en el consumo de los hogares de carbón, gas y productos de refino de petróleo. Mientras que los impactos sobre las emisiones de las actividades económicas recogen los efectos que se producen exclusivamente en los procesos productivos. Las diferencias de los impactos entre el supuesto (a), escenario (1a), y el (b), escenario (1b), que se pueden observar en el cuadro 2 se deben al efecto rebote. En primer lugar, es de esperar que el ahorro eléctrico realizado en la demanda final se traslade directamente a la producción, a la importación y a las exportaciones de electricidad, y por consiguiente a su nivel de emisión. En segundo lugar, la reducción de la producción eléctrica se traducirá por una reducción en la demanda de inputs (especialmente en energía primaria: carbón y gas), y por lo tanto las actividades económicas que proporcionan estos inputs verán reducido su nivel de emisión, actuando también sobre la demanda de otras actividades económicas, lo que provoca caídas adicionales en las emisiones atmosféricas. Por otra parte, el efecto rebote considerado en el escenario (1a) provocará efectos similares, que pueden actuar en otra dirección y contribuir al aumento de emisiones. Asimismo, los resultados obtenidos incluyen, como puede verse en el cuadro 2, además de los efectos directos e indirectos causados por el sector eléctrico otros efectos derivados del aumento de 0,20% en el consumo de otros productos y servicios (efecto rebote). Mientras que en el segundo escenario (1b), los resultados incluyen también el efecto de la reducción del gasto en consumo de 0,20% que se traslada a la inversión (efecto ahorro).

En el cuadro 2, se recogen también los efectos porcentuales del ahorro eléctrico sobre algunas magnitudes económicas y las emisiones bajo los dos supuestos considerados. Los resultados del primer escenario (1a), indican que el ahorro en el uso de electricidad afecta ligeramente a las magnitudes económicas: el precio de la energía eléctrica se reduce en -0,03%, la producción total, las importaciones y las exportaciones aumentan respectivamente en 0,04%, 0,10% y 0,11%, consecuencia de alteraciones en la demanda y en los precios domésticos. Las emisiones de GEI generadas en los procesos productivos se reducen en -1,43% y las de SO<sub>2</sub> en -2,92%. En esta reducción no se contabiliza ninguna reducción de las emisiones directas de los hogares derivadas del nuevo consumo de la energía eléctrica, debido a que estas se atribuyen totalmente al sector eléctrico. Asimismo, el incremento de las emisiones directas de los hogares

(0,20%) es el resultado del aumento del consumo de “Carbón”, “Productos de refino de petróleo” y “Gas”. En el segundo experimento (1b), se observa una mayor caída en el precio de la energía eléctrica (-0,04%) y que el impacto parecido sobre las macromagnitudes económicas y las emisiones atmosféricas de las actividades productivas.

Cuadro 2. Efectos de una reducción de 10% del consumo eléctrico (Porcentaje de cambio respecto al escenario base)

	Escenario 1a	Escenario 1b
Producción total	0,04	0,05
Importación total	0,10	0,10
Exportación total	0,11	0,10
Producción eléctrica	-3,31	-3,29
Importación de electricidad	-3,35	-3,35
Exportación de electricidad	-3,22	-3,16
Precio de electricidad	-0,03	-0,04
Emisiones directas de los hogares (GEI)	0,20	0,00
Emisiones directas de los hogares (SO <sub>2</sub> )	0,20	0,00
Emisiones de las actividades económicas (GEI)	-1,43	-1,43
Emisiones de las actividades económicas (SO <sub>2</sub> )	-2,92	-2,92
Emisiones totales (GEI)	-1,32	-1,43
Emisiones totales (SO <sub>2</sub> )	-2,91	-2,92

Básicamente, la diferencia entre ambos supuestos de simulación consiste en la alimentación de la cuenta de inversión vía el ahorro de las instituciones. Puede comprobarse en el cuadro 3, que destinar el ahorro derivado de un menor consumo eléctrico al consumo de otros bienes y servicios (efecto rebote) debilita la formación bruta de capital. En contraste, el hecho de asignar este ahorro a la cuenta del ahorro privado alimenta la inversión 10 veces más.

Cuadro3. Efecto del ahorro eléctrico sobre el balance ahorro-inversión (Millones de euros)

	Escenario 1a	Escenario 1b
Hogares	0	29,47
ISFLSH	0,07	0,40
Sociedades	3,78	4,44
Gobierno	0,17	-0,99
Sector exterior	-0,17	-0,25
<b>Total ahorro</b>	<b>3,86</b>	<b>33,07</b>
Formación bruta de capital	3,86	33,07
Impuestos sobre el capital	0	0
Capacidad/Necesidad de Financiación	0	0
<b>Total Inversion</b>	<b>3,86</b>	<b>33,07</b>

(\*) El efecto sobre el ahorro exterior corresponde a cambios en el tipo de cambio, ya que el ahorro exterior, se mantiene constante.

En el cuadro 4, se resumen los efectos obtenidos para los dos experimentos por cantidades de emisiones evitadas. Comparando los resultados, se detecta que la mejora en el uso de electricidad acompañada por un incremento en el ahorro privado, escenario (1b), es ligeramente mejor medioambientalmente generando reducciones de de 3Ktn de CO<sub>2eq</sub> y 2 Tn de SO<sub>2</sub> por encima de las obtenidas en el escenario (1a). Esta diferencia se debe principalmente al incremento de las emisiones directas de los hogares ya que las emisiones evitadas en las actividades productivas son similares, aunque se reparten de forma distinta entre los componentes de la demanda final. De hecho, puede apreciarse también en el cuadro A2 y en el cuadro 4, que además de la reducción de las emisiones indirectas de los hogares que se deben al sector eléctrico (208 Kt de de CO<sub>2eq</sub> y 3.628 Tn de SO<sub>2</sub>), el efecto rebote provoca una subida de 10Ktn de CO<sub>2eq</sub> y 63 Tn de SO<sub>2</sub> en el escenario (1a).

De otra parte, se observa que el impacto sobre las emisiones asociadas a las exportaciones es más importante en el escenario (1a) que en el (1b), revelando un mayor impacto sobre los precios efectivos. Los resultados sectoriales mostrados en el cuadro A2 revelan que en ambos escenarios, la mayor reducción corresponde a la exportación de “Energía eléctrica” seguida por “Carbón” mientras que las subidas de las emisiones asociadas al sector exterior se deben sobre todo a los productos de “Agricultura, selvicultura y acuicultura”, “Material de transporte”, “Productos alimenticios, bebidas y tabaco” y “Papel, artículos de papel e impresión”. En las emisiones de SO<sub>2</sub>, las subidas son especialmente importantes en “Material de transporte” y “Productos químicos”. Además de estas actividades, se observa en el escenario (1b) unos efectos más altos en “Productos metálicos y maquinaria” y “Minerales y productos no metálicos”.

Por último, veamos un incremento de las emisiones asociadas a la inversión más relevante en el escenario (2b). El cuadro A2, indica que “Construcción y ingeniería” es el mayor responsable de este incremento tanto para los GEI como SO<sub>2</sub>, seguida a gran diferencia por “Productos metálicos y maquinaria” y “Material de transporte”.

Cuadro 4. Efecto del ahorro en el consumo eléctrico

Escenario de simulación	Escenario 1a		Escenario 1b	
	GEI (Ktn)	SO <sub>2</sub> (Tn)	GEI (Ktn)	SO <sub>2</sub> (Tn)
Emission atmosférica				
Emissiones directas de los hogares (1)	3	1	-	-
Emissiones de las actividades económicas (2)	-304	-5.679	-304	-5.682
Hogares	-198	-3.566	-208	-3.634
<i>Electricidad</i>	-208	-3.628	-208	-3.628
<i>Otros productos y servicios</i>	10	63	0	-6
ISFLSH	-	-	-	-
Exportación	-107	-2.114	-104	-2.079
Gobierno	-	-1	-	-2
Inversion	1	2	8	48
<b>Emissiones totales (1+2)</b>	<b>-301</b>	<b>-5.678</b>	<b>-304</b>	<b>-5.682</b>

Una forma de resumir los resultados obtenidos consiste en determinar cuantas toneladas de emisiones se evitan por una unidad de ahorro en el consumo eléctrico. Ofrecer un resultado fiable de este indicador es de importancia para el diseño de políticas de mejoras de la eficiencia eléctricas. Por lo tanto, si dividimos el ahorro eléctrico aplicado (490,1 Gwh) por las emisiones totales de GEI y SO<sub>2</sub> evitadas, se obtiene que un ahorro eléctrico de 1 Mwh en los hogares aragoneses suponga una reducción de 0,62 Tn de CO<sub>2eq</sub> y de 0,01 Tn de SO<sub>2</sub>. Resultados similares bajo ambos supuestos.

Puede compararse este coeficiente de GEI con el factor de conversión medio que se suele usar en las compañías de sensibilización para luchar contra el cambio climático. Según la media del sistema eléctrico Español<sup>4</sup> correspondiente al año 2007, este coeficiente asciende a -0,40 Tn de CO<sub>2eq</sub>/Mwh. Es importante señalar que este valor incluye únicamente el efecto de una reducción en el sector domestico que se produce en el sector eléctrico, lo que corresponde en el cuadro 5 al valor de -0,42 Tn de CO<sub>2eq</sub>/Mwh. Sin embargo puede verse en este cuadro, que además de este componente, el coeficiente aquí obtenido incluye las emisiones evitadas vía exportaciones y las emisiones generadas por el efecto rebote y el efecto ahorro (inversión).

 Cuadro 5. Coeficiente de emisiones evitadas en el sector eléctrico (Tn de de CO<sub>2eq</sub>/Mwh)

Escenario	Escenario 1a	Escenario 1b
Hogares	-0,404	-0,423
<i>Electricidad</i>	-0,424	-0,424
<i>Otros productos y servicios</i>	0,020	-
ISFLSH	-	-
Exportación	-0,218	-0,213
Gobierno	-	-
Inversion	0,001	0,017
<b>Coeficiente de reducción</b>	<b>-0,620</b>	<b>-0,620</b>

<sup>4</sup> La pagina <http://www.rsc02.es/calculadora/index.htm>, incluye una calculadora de las emisiones que pueden evitarse tras un ahorro eléctrico en el sector domestico usando la media nacional.



## 5.2. Cambio modal en el transporte y las emisiones atmosféricas

Los escenarios planteados para analizar el impacto ambiental de cambios sociales en los desplazamientos ofrecen dos alternativas. En la primera, se propone una sustitución del uso del coche privado por el autobús, y en la segunda, se considera una sustitución coche-tren. Además, cada alternativa será analizada desde dos enfoques distintos del destino del ahorro derivado de un menor gasto de combustible. Así pues, los consumidores tienen la opción de asignar este ahorro al consumo de otros productos y servicios (Escenario 2a) o a incrementar la cuenta del ahorro para una futura inversión (Escenario 2b). En el cuadro 6, puede verse que el ahorro de las instituciones, especialmente el ahorro privado, es más relevante bajo el supuesto (b), lo que implica una mayor formación bruta de capital y que la sustitución del uso del coche por el tren es más eficiente ya que ofrece un mayor ahorro a los hogares. De acuerdo con las reglas de cierre del modelo, se ha considerado que el nuevo ahorro se asigna únicamente a la formación bruta de capital, para ello, se han considerado constantes los impuestos sobre el capital y la capacidad/necesidad de financiación.

Cuadro 6. Efecto del cambio modal en el transporte sobre el balance ahorro-inversión (Millones de euros)

	Alternativa Coche-Bus		Alternativa Coche-Tren	
	Escenario 2a	Escenario 2b	Escenario 2a	Escenario 2b
Hogares	0,00	22,87	0	26,84
ISFLSH	-0,04	0,22	-0,04	0,26
Sociedades	-1,89	-1,55	-1,99	-1,60
Gobierno	1,22	0,55	1,15	0,37
Sector exterior*	0,12	0,07	0,13	0,07
<b>Total ahorro</b>	<b>-0,59</b>	<b>22,15</b>	<b>-0,76</b>	<b>25,92</b>
Formación bruta de capital	-0,59	22,15	-0,76	-25,92
<b>Total Inversión</b>	<b>-0,59</b>	<b>22,15</b>	<b>-0,76</b>	<b>25,92</b>

(\*) El efecto sobre el ahorro exterior corresponde a cambios en el tipo de cambio, ya que el ahorro exterior, se mantiene constante.

La reducción en el uso del coche privado supone una reducción en el consumo de gasóleo y gasolina que se registran en la cuenta "Productos de refino de petróleo". A diferencia del consumo eléctrico, el ahorro considerado aquí afecta a las emisiones directas de los hogares.

El cuadro 7, recoge el impacto del cambio modal en los transportes cuando se considera el efecto rebote (escenario 2a). Como puede verse, además de la reducción de las emisiones directas de los hogares, que se derivan de un menor consumo de gasolina y gasóleo en un 10%, el efecto rebote genera también un ligero aumento (0,16% en el caso de la sustitución coche-autobús, y 0,19% en la alternativa coche-tren). El cuadro 7 muestra también que las emisiones indirectas de los hogares crecen bajo ambas alternativas, debiéndose tanto a los cambios en el consumo de "Servicios de transporte" como en el resto de productos consumidos por los hogares. De hecho, un menor gasto en transporte público (tren) reduce las emisiones asociadas a este consumo y incrementa

aquellas asociadas al consumo del resto de productos. La ausencia de una producción doméstica de “Productos de refino de petróleo”, limita el impacto de la medida sobre las emisiones de las actividades productivas y sobre todo de aquellas asociadas al nuevo consumo privado. Esta peculiaridad hace que cuando mayor es la eficiencia del tipo de transporte, menor serán las emisiones de GEI evitadas en las actividades productivas o incluso aumentan las emisiones de SO<sub>2</sub>. El cuadro A3 del anexo, muestra los efectos obtenidos por componente de la demanda final. Se puede comprobar que los mayores incrementos de las emisiones indirectas de los hogares corresponden a “Electricidad” y “Gas”, siendo el sector eléctrico especialmente importante en el incremento de las emisiones de SO<sub>2</sub> (59,54 Tn con una eficiencia de 75% y 69,88% a una eficiencia de 88%). Por otra parte, vemos que la ausencia de producción de “Productos de refino de petróleo” en Aragón hace que no se asocien emisiones a esta actividad y por consecuencia, que los efectos de la reducción del consumo de estos productos sobre las emisiones atmosféricas deban asociarse a las importaciones.

En cuanto a las emisiones asociadas a la exportación, el cuadro 5 muestra su relevancia y que sus reducciones son mayores cuanto menor es la eficiencia del tipo de transporte público, así vemos que sustituir el uso del coche por el tren, genera un pequeño incremento de las emisiones que se asocian a las exportaciones del 0,24 Kt de CO<sub>2eq</sub> y del 0,69 Tn de SO<sub>2</sub> que la alternativa coche-autobús. Según el cuadro A3, la mayor reducción de estas emisiones se ocurre en “Material de transporte” seguida por “Energía eléctrica” y “Productos metálicos y maquinaria”. Por último, se observa que las emisiones asociadas al gasto público cambian ligeramente, consecuencia de pequeños cambios en los precios efectivos. Las emisiones asociadas a la inversión tendrán un mayor impacto en el escenario (2b).

Cuadro 7. Efecto del escenario (2a) sobre las emisiones atmosféricas

	Emisión de GEI (Ktn de CO <sub>2eq</sub> )		Emisión de SO <sub>2</sub> (Tn)	
	75%	88%	75%	88%
<b>Eficiencia del transporte público</b>				
<b>Emisiones directas de hogares (1)</b>	-114,73	-114,60	-42,61	-42,56
-Carbón	0,03	0,03	0,01	0,01
-Gas	0,66	0,78	0,24	0,29
-Productos de refino de petróleo	-115,41	-115,41	-42,86	-42,86
<b>Emisiones de las actividades económicas (2)</b>	-1,11	-0,21	10,77	21,06
<b>Hogares</b>	12,85	13,54	130,10	139,78
-Productos de refino de petróleo	0,00	0,00	0,00	0,00
- Servicios de transportes	2,31	1,12	18,96	9,25
- Resto de productos (efecto rebote)	10,54	12,42	111,14	130,53
ISFLSH	0,00	0,00	0,01	0,01
Exportación	-13,75	-13,51	-119,21	-118,52
Gobierno	-0,04	-0,03	0,39	0,44
Inversión	-0,17	-0,20	-0,52	-0,65
<b>Emisiones totales (1+2)</b>	<b>-115,84</b>	<b>-114,81</b>	<b>-31,84</b>	<b>-21,05</b>

El impacto del escenario (2b) sobre las emisiones se recoge en el cuadro 8. En lo cual puede verse que las emisiones directas de los hogares se reducen en -115,41Ktn de CO<sub>2eq</sub> y -42,86 Tn de SO<sub>2</sub> que corresponden únicamente al ahorro de 10% en el consumo de “Productos de refino de petróleo”. El aumento de las emisiones indirectas asociadas a los hogares es menos relevante en comparación con el escenario anterior al usarse la reducción de gasto para incrementar el ahorro y no al consumo; no obstante el aumento del uso de los servicios de transportes es similar (véase cuadro A4). El cambio registrado en las emisiones que se asocian al resto de productos es consecuencia básicamente de los nuevos precios efectivos y no de cambios en la demanda privada de estos productos.

Al igual que el escenario anterior, se observa que una mayor eficiencia del transporte público genera menores reducciones vía exportación. Así, que la alternativa (Coche-Autobús) provoca una subida añadida de 0,31 Kt de CO<sub>2eq</sub> y 0,18 Tn de SO<sub>2</sub> que la alternativa (Coche-Tren). Un efecto por debajo de la subida observada en el escenario (2b) para las emisiones de SO<sub>2</sub>. El cuadro A4 muestra de nuevo que las mayores reducciones en las emisiones asociadas al sector exterior se generan en “Energía eléctrica” y “Material de transporte”. Por último, notemos que los incrementos de las emisiones asociadas a la inversión crecen cuando mayor es la eficiencia del transporte público, ver cuadro 8. Los mayores cambios según el cuadro A4 se producen en “Construcción e ingeniería”, “Productos metálicos y maquinaria” y en “Servicios comerciales”. Estas dos últimas tienen un mayor papel en las emisiones de SO<sub>2</sub>.

En base de los resultados obtenidos bajo ambos supuestos, se destaca la relevancia de las emisiones directas de los hogares en el cambio modal del transporte frente a aquellas producidas en los procesos productivos. Se ha detectado también, que destinar el ahorro en el gasto de gasolina y gasóleo al incremento del ahorro privado es mejor medioambientalmente que asignarlo al consumo de otros productos y consumo. Aunque esta opción provoca una subida de las emisiones asociadas a la inversión y de las emisiones de GEI asociadas a la exportación, vimos que al mismo tiempo genera menos emisiones indirectas de los hogares y contribuye más en la reducción de las emisiones de SO<sub>2</sub> asociadas a la exportación. Por lo cual, esta opción reduce más las emisiones de SO<sub>2</sub> ocurridas en las actividades productivas cuando mayor es la eficiencia del transporte público.

Cuadro 6. Efecto del escenario (2b) sobre las emisiones atmosféricas

	Emision de GEI (Ktn de CO <sub>2eq</sub> )		Emision de SO <sub>2</sub> (Tn)	
	75%	88%	75%	88%
Eficiencia del transporte publico	75%	88%	75%	88%
Emisiones directas de hogares (1)	-115,41	-115,41	-42,86	-42,86
Emisiones de las actividades económicas (2)	-5,81	-5,72	-69,54	-73,18
Hogares	1,96	0,77	17,20	7,32
- <i>Productos de refino de petróleo</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
- <i>Servicios de transportes</i>	2,30	1,10	18,75	9,00
- <i>Resto de productos</i>	-0,34	-0,33	-1,55	-1,68
ISFLSH	-0,00	-0,00	-0,01	-0,01
Exportación	-13,36	-13,05	-121,57	-121,39
Gobierno	-0,05	-0,05	-0,20	-0,25
Inversion	5,63	6,61	35,11	41,15
<b>Emisiones totales (1+2)</b>	<b>-121,22</b>	<b>-121,13</b>	<b>-112,40</b>	<b>-116,04</b>

La ausencia de una producción domestica de “Productos de refino de petróleo” hace que no se manifieste el efecto arrastre de esta actividad cuando se alteran las preferencias del consumo privado lo que limita el impacto de la medida sobre las emisiones de los procesos productivos. No obstante, la medida analizada contribuye en cumplir uno de los objetivos clave del PAE4 que se refiere a la reducción de la dependencia energética externa. Según el MIOA-05, en 2005 casi 99% de estos productos fueron importados del resto de España. El cuadro 7 recoge el impacto de la medida analizada sobre la producción, exportación y la importación de los productos energéticos de Aragón. En general, los efectos no muestran diferencias significativas dentro del mismo escenario pero si que cambian cuando se comparan los dos escenarios, indicando una menor producción y importación de energía eléctrica y una menor importación de carbón bajo el escenario (2b). Sin embargo, se destaca una ligera mayor reducción en la importación de “Productos de refino de petróleo” bajo el escenario (2a). Mas aun, se observa que la dependencia energética en estos productos se ve mas reducida cuando mayor es la eficiencia del transporte publico.

Cuadro7. Efecto del cambio modal en transportes sobre la magnitudes económicas del sector energético (Porcentaje de cambio respecto al escenario base)

Eficiencia del transporte publico	Escenario 2a		Escenario 2b	
	75%	88%	75%	88%
Producción				
-Carbón	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03
-Gas	0,13	0,16	-	-
-Productos de refino de petróleo	-	-	-	-
-Energía eléctrica	-	-	-0,04	-0,04
Exportación				
-Carbón	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06
-Gas	-	-	-	-
-Productos de refino de petróleo	-	-	-	-
-Energía eléctrica	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
Importación				
-Carbón	-0,02	-0,01	-0,03	-0,03
-Gas	-	-	-	-
-Productos de refino de petróleo	-3,88	-3,92	-3,87	-3,90
-Energía eléctrica	0,03	0,03	-0,02	-0,03

## 6. Conclusión

En este trabajo se analizo el impacto de posibles cambios en la conducta de los consumidores sobre las emisiones atmosféricas en una economía regional. A este afecto se ha calibrado un modelo de equilibrio general a los datos económicos de Aragón para el año 2005. Este modelo permite en ese sentido evaluar perturbaciones de corto plazo, en la medida en que captura la dependencia entre la estructura económica y las emisiones de gases a la atmósfera de la región.

Los resultados del escenario base sugieren que tanto las emisiones de GEI como SO<sub>2</sub> se concentran en un núcleo de actividades productivas. En concreto, la agricultura y el sector energético son los mayores responsables de estas emisiones. De otra parte, el uso del modelo input-output reveló que la mayor parte de las emisiones ocurridas en los procesos productivos deben atribuirse a la exportación. La relevancia de esta cuenta en la demanda final se debe a la presencia de carbón en las cuencas mineras que resulta clave para el funcionamiento de las centrales térmicas, la existencia de recursos renovables y la ubicación geográfica de la comunidad.

Además de un análisis de la estructura contaminante de la región, en el trabajo se simularon dos medidas del Plan de Acción de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética relacionadas directamente con cambios en el consumo de los hogares.

La primera consistió en simular los impactos del Plan RENOVE de equipos domésticos. El resultado obtenido se resumió en un coeficiente de reducción de 0,62 Tn de CO<sub>2eq</sub>/Mwh, que supera a la media del sistema eléctrico Español, que era únicamente de 0,40 Tn de CO<sub>2eq</sub>/Mwh. Que el valor obtenido para Aragón sea mayor que el fijado a nivel nacional, se debe entre otras causas, a la consideración del impacto ambiental del efecto rebote, del sector exterior y de la inversión, efectos que se suelen ignorar. No debería olvidarse que el coeficiente estimado representa las emisiones evitadas a corto plazo, asumiendo que el mix eléctrico es constante, y que un análisis completo de los impactos del ahorro eléctrico debería incluir también posibles cambios tecnológicos. En este sentido, el Plan Energético de Aragón (2005-2012) prevé que 60% de la potencia eléctrica instalada en Aragón será de origen renovable en 2012 frente a 54% en 2005. El segundo factor que puede afectar a este coeficiente a medio y largo plazo consiste en el grado de acoplamiento del crecimiento económico y el consumo energético. En este contexto, una posible extensión de este análisis es la utilización de un modelo dinámico que permite simular el impacto del ahorro eléctrico bajo distintos supuestos de crecimiento económico y cambios tecnológicos.

En el segundo escenario, se simuló otra medida del Plan de Acción de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética que se refiere a la promoción del transporte público frente al uso del coche privado. Como era de esperar, esto ayudaría a cumplir con los objetivos de la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias actuando esencialmente sobre las emisiones directas de los hogares. A pesar de que esta medida no tiene un impacto importante sobre las emisiones atmosféricas ocurridas en los procesos productivos, estas emisiones pueden reducirse más, especialmente para las emisiones de SO<sub>2</sub>, cuando los hogares aragoneses destinan el ahorro del gasóleo y gasolina a incrementar la cifra del ahorro privado.

La ausencia de una producción doméstica de “Productos de refino de petróleo” está al origen del impacto limitado del cambio modal en el transporte sobre las emisiones de las actividades productivas. De hecho, se ha demostrado a través de la simulación (2a), que las emisiones de SO<sub>2</sub> de los procesos productivos pueden llegar hasta incrementarse. De otro lado, esta característica hace que la mejora en la eficiencia del transporte público no contribuye a la reducción de las emisiones de GEI ocurridas en las actividades productivas. Sin embargo, vimos que bajo cualquier supuesto de simulación, la medida analizada ayudaría a la reducción de la dependencia energética de Aragón, limitando sobre todo la importación de productos de refino de petróleo hasta 3,92%.

Por último, señalamos que en el presente análisis no se han incluido las emisiones evitadas o generadas vía importación. Es de esperar, que al descontar este componente del sector exterior, tanto el impacto del ahorro eléctrico como el cambio modal en el transporte estimados aquí se verán reducidos. El cálculo de estas emisiones asumiendo la misma tecnología de la SAMA-05 no permite estimar las emisiones asociadas a la importación de los productos de “Extracción de gas natural” y “Productos de refino de petróleo”. Se puede profundizar en esta cuestión mediante el uso de un MEGA multiregional, que incluye el comercio exterior que se produce entre las comunidades autónomas.

## 7. Referencia bibliográficas

- Anson, S., Turner, K. (2009). Rebound and disinvestment effects in refined oil consumption and supply resulting from an increase in energy efficiency in the Scottish commercial transport sector. *Energy Policy* 37, 3608–3620.
- Armington, P. (1969). A theory of demand for products distinguished by place of production. *IMF Staff Papers* 16, 157–178.
- Banco de España (2005). *Las Cuentas Financieras de la Economía Española 2005*.
- Banerjee, O., Alavalapati, J. (2009). A computable general equilibrium analysis of forest concessions in Brazil. *Forest Policy and Economics*, 11, 244–252.
- Bicknell, K.B., Ball, R.J., Cullen, R., Bigsby, H.R. (1998). New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy. *Ecological Economics* 27 (2), 149–160.
- Birol, F., Keppler, J.H.(2000). Prices, technology development and the rebound effect. *Energy Policy* 28, 457–479.
- Brookes, L., 1990. The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. *Energy Policy* 18, 199–201.
- DFG (2006). Análisis Comparativo del Coste del uso del vehículo privado frente al transporte público en Gipuzkoa. Departamento para la Ordenación y Promoción Territorial. Diputación Floral de Gipuzkoa.
- DGA (2005). *Balances Energéticos de Aragón, año 2005*. Departamento de economía y empleo. Diputación General de Aragón.
- DGA (2006a). *Inventario CORINE-AIRE. Aragón. 2005*. Diputación General de Aragón.
- DGA (2006b). *Inventario de emisiones a la atmosfera en la comunidad autónoma de Aragón*. Diputación General de Aragón.
- DGA (2008). *Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias*. Diputación General de Aragón.
- Dufournaud, C.M., Quinn, J.T., Harrington, J.J. (1994). An applied general equilibrium (AGE) analysis of a policy designed to reduce the household consumption of wood in the Sudan. *Resource and Energy Economics* 16, 69–90.
- Ferng, J.J., (2002). Toward a scenario analysis framework for energy footprints. *Ecological Economics* 40 (1), 53–69.
- Herring, H., (1999). Does energy efficiency save energy? The debate and its consequences. *Applied Energy* 63, 209–226.



- Hubacek, K., Giljum, S., (2003). Applying physical input–output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecological Economics* 44 (1), 137–151.
- IGAE (2005). *Las Cuentas de Administraciones Públicas 2005. Intervención General de la Administración del Estado.* Ministerio de economía y hacienda.
- INE (2005a). *Contabilidad Nacional de España.* Instituto Nacional de Estadística.
- INE (2005b). *Contabilidad Regional de Aragón.* Instituto Nacional de Estadística.
- INE (2006). *Encuesta de Presupuestos Familiares 2005.* Instituto Nacional de Estadística.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Science of Climate Change,* Cambridge University Press.
- Jevons, W.S., 1865. *The coal question—can Britain survive?*, first published in 1865, reprinted by MacMillan in 1906. (Relevant extracts appear in *Environment and Changes*, February, 1974.)
- Khazzoom, D.J., 1980. Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. *Energy Journal* 1, 21–39.
- Löfgren, H., Lee Harris, R., Robinson, S., (2002). *A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS.* International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Mainar, A., (2010). *Patrones de consumo e impactos ambientales de emisiones de CO2: Una aproximación desde el análisis input-output.* Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- McDonald, G.W., Patterson, M.G. (2004). Ecological footprints and interdependencies of New Zealand regions. *Ecological Economics* 50, 49–67.
- Munksgaard, J. , Pedersen, K. A. (2001). CO2 accounts for open economies: producer or consumer responsibility? *Energy Policy* (29), 327-334.
- Pérez, L., Parra, F.J. (2009). *Estructura Productiva y actualización del Marco Input-Output de Aragón. Año 2005.* Consejo Económico y Social de Aragón.
- Proops, J.L.R., Faber, M., Wagenhals, G. (1993). *Reducing CO2 emissions. A comparative input–output study for Germany and the U.K.* Ed. Springer-Verlag. Berlin. Heilderberg.
- Resosudarmo, B.P., 2003. River water pollution in Indonesia: an input–output analysis. *International Journal of Environment and Sustainable Development* 2 (1), 62–77.
- Roca , J.; Serrano, M. (2008). *Embodied pollution in Spanish household consumption: a disaggregate analysis.* Working Papers in Economics 204. Universitat de Barcelona. Espai de Recerca en Economia.

- 
- Sánchez-Chóliz, J.; Duarte, R. y Mainar, A. (2007). Environmental impact of household activity in Spain. *Ecological Economics*. Vol. 62, issue 2, 308-18.
- Saunders, H.D., 2000a. A view from the macro side: rebound, backfire and Khazzoom-Brookes. *Energy Policy* 28, 439–449. Saunders, H.D., 2000b. Does predicted rebound depend upon distinguishing between energy and energy services? *Energy Policy* 28, 497–500.
- Schipper, L., (Ed.), 2000. On the rebound: the interaction of energy efficiency, energy use and economic activity. *The Energy Journal (Special Issue)*, 28, pp. 6–7.
- Sorrell, S., (2007). The rebound effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency, report produced by the UK Energy Research Centre.
- Stone, R. (1963): *Input-Output Relationships: 1954-66*. Volumen 3, A Programme for Growth; Department of Applied Economics, Cambridge University.
- Tudini, A., Vetrella. G., (2004). *Italian NAMEA: 1990-2000 Air Emission Accounts*. ISTAT Final Report. Roma: ISTAT (Istituto Nacional de Estadística Italiano).

Cuadro A1. Estructura de las emisiones atmosféricas directas en Aragón (Porcentaje de participación).

Actividad productiva		GEI (%)	GEI (Ktn)	SO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>2</sub> (Tn)
Agricultura, selvicultura y acuicultura	AP1	23,84	5.446	0,12	231
Carbón	AP2	3,57	815	7,40	14.429
Extracción de gas natural	AP3	-	-	-	-
Productos de refino de petróleo	AP4	-	-	-	-
Energía eléctrica	AP5	39,78	9.088	82,51	160.865
Gas	AP6	3,78	863	7,83	15.272
Agua	AP7	0,37	84	-	-
Minerales y metales	AP8	0,04	9	0,00	3
Minerales y productos no metálicos	AP9	5,49	1.255	0,00	1
Productos Químicos	AP10	0,50	114	0,18	342
Productos metálicos y maquinaria	AP11	2,40	548	0,06	112
Material de transporte	AP12	2,13	486	0,07	140
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	AP13	0,15	34	0,12	238
Textiles, cuero y calzado	AP14	0,02	4	0,01	11
Papel, artículos de papel e impresión	AP15	5,36	1.224	0,32	622
Madera, corcho y muebles de madera	AP16	0,02	4	0,11	206
Caucho, plásticos y otras manufacturas	AP17	0,12	27	0,80	1.563
Construcción e ingeniería	AP18	0,49	112	-	-
Recuperación y reparaciones	AP19	0,00	-	-	-
Servicios comerciales	AP20	1,27	290	0,08	148
Hostelería y restaurantes	AP21	0,25	58	0,00	3
Transportes y comunicaciones	AP22	1,64	375	0,08	163
Crédito y seguros	AP23	0,05	10	-	-
Actividades Inmobiliarias	AP24	-	-	-	-
Enseñanza privada	AP25	0,03	7	-	-
Sanidad privada	AP26	0,05	12	0,00	4
Otros servicios para la venta	AP27	1,18	269	-	-
Enseñanza pública	AP28	0,00	1	-	-
Sanidad pública	AP29	0,05	12	0,01	13
Servicios públicos	AP30	0,52	119	0,00	7
Hogares	H	6,92	1.581	0,30	587
Total		100	22.847	100	194.962

Cuadro A2. Efecto del ahorro eléctrico sobre las emisiones asociadas a la demanda final (En unidades físicas)

	Hogares				Exportación				Inversión			
	1a		1b		1a		1b		1a		1b	
	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>
Agricultura, selvicultura y acuicultura	0,92	0,70	0.05	0.13	6,89	4,98	6.69	4.96	0,00	0,00	-	0.01
Carbón	0,03	0,45	-0.00	-0.00	-2,08	-36,41	-2.03	-35.57	-0,00	-0,01	0.00	-0.06
Extracción de gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos de refino de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía eléctrica	207,76	3,628,33	-207.76	- 3,628.25	122,32	2,136,25	120.25	2,100.25	-	-	-	-
Gas	1,43	25,30	0.00	-0.01	-	-	-	-	0,00	0,00	0.00	0.00
Agua	0,10	0,80	-0.02	-0.32	0,06	0,41	0.01	0.00	-0,00	-0,00	0.01	-0.05
Minerales y metales	-	-	-	-	0,01	0,05	0.06	0.51	-0,00	-0,00	-	-0.01
Minerales y productos no metálicos	0,01	0,02	-0.00	- 0.00	0,60	1,91	1.78	6.23	0,00	0,00	0.01	0.05
Productos Químicos	0,07	0,92	-0.00	-0.04	0,55	7,76	0.55	7.65	-0,00	-0,04	0.02	-0.35
Productos metálicos y maquinaria	0,06	0,55	-0.01	-0.21	0,41	2,71	1.05	8.35	0,08	0,30	0.96	8.57
Material de transporte	0,24	1,65	-0.03	-0.45	2,80	19,20	1.73	10.30	0,04	0,22	0.34	2.30
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	2,33	4,14	0.45	0.80	2,79	4,95	2.21	3.92	0,00	0,00	0.01	0.02
Textiles, cuero y calzado	0,09	0,98	-0.05	-0.69	0,02	0,25	-0.02	-0.29	-0,00	-0,00	0.00	0.01
Papel, artículos de papel e impresión	0,23	0,40	0.02	0.07	2,33	3,96	2.73	4.66	-0,00	-0,01	0.03	-0.05
Madera, corcho y muebles de madera	-	-	-	-	0,19	1,47	0.30	2.40	-0,00	-0,01	0.01	-0.06
Caucho, plásticos y otras manufacturas	0,06	0,98	-0.01	-0.21	0,37	5,68	0.27	4.05	0,00	0,01	0.01	0.20
Construcción e ingeniería	0,16	0,77	-0.02	- 0.20	0,00	0,00	0.00	0.01	0,53	1,43	5.76	28.24
Recuperación y reparaciones	-	-	-	-	0,02	0,13	0.03	0.27	-0,00	0,00	0.00	-0.01
Servicios comerciales	1,13	8,86	-0.13	-2.00	0,57	4,39	0.54	3.92	0,02	0,06	0.50	4.01
Hostelería y restaurantes	0,99	2,60	0.11	0.02	-	-	-	-	-0,00	-0,01	0.03	-0.07
Transportes y comunicaciones	0,43	3,15	-0.05	-0.82	0,13	0,78	0.08	0.23	0,00	0,00	0.01	0.10
Crédito y seguros	0,07	0,64	-0.05	-0.61	-0,01	-0,08	-0.01	-0.08	0,01	0,03	0.23	2.29
Actividades Inmobiliarias	0,81	5,11	0.14	0.43	0,02	0,14	0.02	0.11	0,01	0,04	0.18	1.16
Enseñanza privada	0,04	0,30	-0.02	- 0.22	-	-	-	-	-0,00	-0,00	0.00	-0.00

Sanidad privada	0,09	0,79	-0.04	-0.54	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-	-0.01
Otros servicios para la venta	0,38	2,61	-0.05	-0.83	0,03	0,14	0.02	-0.04	0,02	0,04	0.24	1.67
Enseñanza pública	0,00	0,01	-0.00	-	0.01	-	-	-	-0,00	-0,00	-	-0.00
Sanidad pública	0,01	0,10	-0.00	-0.07	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-	-0.02
Servicios públicos	0,13	0,73	-0.04	-0.39	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-	-0.08
<b>Total</b>	<b>-198</b>	<b>- 3,566</b>	<b>-208</b>	<b>-3,634</b>	<b>-107</b>	<b>-2,114</b>	<b>-104</b>	<b>-2,079</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>48</b>

Cuadro A3. Efecto del cambio modal en transporte sobre las emisiones asociadas a la demanda final (En unidades físicas: Escenario 2a)

Eficiencia Emision	Hogares				Exportación				Inversion			
	75% (bus )		88% (tren)		75% (bus )		88% (tren)		75% (bus )		88% (tren)	
	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>
Agricultura, selvicultura y acuicultura	0,71	0,43	0,83	0,51	- 1,13	-0,99	- 0,92	-0,86	0,00	-0,00	0,00	-0,00
Carbón	0,02	0,37	0,02	0,43	- 0,06	-0,97	-0,05	-0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Extracción de gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos de refino de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía eléctrica	<b>3,41</b>	<b>59,54</b>	<b>4,00</b>	<b>69,88</b>	<b>-2,27</b>	<b>-39,49</b>	<b>-2,22</b>	<b>-38,60</b>	-	-	-	-
Gas	<b>1,17</b>	<b>20,72</b>	<b>1,38</b>	<b>24,31</b>	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	0,10	0,95	0,12	1,10	0,02	0,25	0,03	0,29	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Minerales y metales	-	-	-	-	-0,02	-0,23	- 0,02	-0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerales y productos no metálicos	0,01	0,02	0,01	0,02	-0,34	-1,20	-0,34	-1,21	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Productos Químicos	0,05	0,69	0,06	0,83	-0,55	-7,78	-0,53	-7,58	0,00	0,02	0,00	0,02
Productos metálicos y maquinaria	0,06	0,57	0,07	0,67	<b>-1,49</b>	<b>-14,05</b>	<b>-1,46</b>	<b>-13,75</b>	-0,04	-0,25	-0,04	-0,27
Material de transporte	0,12	0,71	0,16	0,99	<b>-6,04</b>	<b>-45,62</b>	<b>-5,94</b>	<b>-44,75</b>	-0,06	-0,54	-0,06	-0,55
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	<b>1,41</b>	2,47	<b>1,69</b>	2,96	-0,09	-0,18	0,04	0,04	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Textiles, cuero y calzado	0,12	1,37	0,14	1,59	0,01	0,18	0,02	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Papel, artículos de papel e impresión	0,16	0,24	0,19	0,28	- 1,44	-2,53	<b>-1,47</b>	-2,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Madera, corcho y muebles de madera	-	-	-	-	- 0,20	-1,63	- 0,21	-1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Caucho, plásticos y otras manufacturas	0,06	0,92	0,07	1,08	-0,57	<b>-8,74</b>	-0,55	<b>-8,43</b>	-0,00	-0,00	-0,00	-0,01
Construcción e ingeniería	0,14	0,78	0,17	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,09	-0,05	-0,11	-0,14
Recuperación y reparaciones	-	-	-	-	-0,04	-0,37	- 0,04	-0,36	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Servicios comerciales	1,04	<b>9,01</b>	1,21	<b>10,51</b>	0,07	0,79	0,08	0,88	0,01	0,15	0,01	0,13
Hostelería y restaurantes	0,68	2,04	0,81	2,41	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Transportes y comunicaciones	<b>2,31</b>	<b>18,96</b>	<b>1,12</b>	<b>9,25</b>	0,41	3,49	0,11	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Crédito y seguros	0,10	1,09	0,11	1,25	0,01	0,07	0,01	0,08	0,00	0,09	0,00	0,08
Actividades Inmobiliarias	0,51	3,69	0,61	4,36	0,00	0,02	0,00	0,03	-0,00	0,02	-	0,02
Enseñanza privada	0,05	0,45	0,06	0,52	-	-	-	-	0,00	-0,00	0,00	-0,00
Sanidad privada	0,10	1,12	0,12	1,30	-	-	-	-	0,00	-0,00	0,00	-0,00
Otros servicios para la venta	0,36	2,88	0,42	3,35	-0,03	-0,21	-0,03	- 0,18	-0,00	0,04	-0,00	0,04
Enseñanza pública	0,00	0,01	0,00	0,01	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Sanidad pública	0,01	0,13	0,01	0,15	-	-	-	-	0,00	-0,00	0,00	-0,00
Servicios públicos	0,14	0,95	0,17	1,10	-	-	-	-	0,00	-0,00	0,00	-0,00
<b>Total</b>	<b>12,85</b>	<b>130,10</b>	<b>13,54</b>	<b>139,78</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-13,51</b>	<b>-</b>	<b>0,17</b>	<b>-0,52</b>	<b>-</b>	<b>0,65</b>

Cuadro A4. Efecto del cambio modal en transporte sobre las emisiones asociadas a la demanda final (En unidades físicas: Escenario 2b)

Eficiencia Emision	Hogares				Exportación				Inversion			
	75% (bus )		88% (tren)		75% (bus )		75% (bus )		88% (tren)		75% (bus )	
	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>	GEI	SO <sub>2</sub>
Agricultura, selvicultura y acuicultura	-0,01	-0,04	-0,01	-0,03	-1,23	-0,96	-1,04	-0,83	0,01	0,01	0,01	0,01
Carbón	-0,00	0,00	-0,00	0,00	-0,05	-0,85	-0,05	-0,81	-0,00	-0,04	-0,00	-0,05
Extracción de gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos de refino de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía eléctrica	-0,01	-0,07	-0,01	-0,06	<b>-2,46</b>	<b>-42,95</b>	<b>-2,45</b>	<b>-42,66</b>	-	-	-	-
Gas	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua	0,00	0,03	0,00	0,03	-0,01	-0,08	-0,01	-0,10	-0,00	-0,04	-0,01	-0,05
Minerales y metales	-	-	-	-	0,01	0,13	0,02	0,19	-0,00	-0,01	-0,00	-0,01
Minerales y productos no metálicos	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,59	2,20	0,75	2,78	0,01	0,03	0,01	0,04
Productos Químicos	-0,01	-0,09	-0,01	-0,10	-0,54	-7,69	-0,52	-7,48	-0,02	-0,22	-0,02	-0,26
Productos metálicos y maquinaria	-0,01	-0,06	-0,01	-0,06	-0,97	-9,51	-0,85	-8,43	0,65	<b>6,19</b>	0,77	<b>7,29</b>
Material de transporte	-0,10	-0,99	-0,10	-1,02	<b>-6,77</b>	<b>-51,79</b>	<b>-6,78</b>	<b>-51,99</b>	0,17	1,08	0,21	1,36
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	-0,13	-0,25	-0,12	-0,23	-0,54	-0,98	-0,49	-0,89	0,01	0,01	0,01	0,01
Textiles, cuero y calzado	-0,00	-0,02	-0,00	-0,03	-0,02	-0,26	-0,02	-0,27	0,00	0,01	0,00	0,01
Papel, artículos de papel e impresión	-0,01	-0,03	-0,01	-0,03	-1,06	-1,88	-1,02	-1,82	-0,02	-0,03	-0,02	-0,04
Madera, corcho y muebles de madera	-	-	-	-	-0,11	-0,86	-0,09	-0,73	-0,00	-0,04	-0,01	-0,04
Caucho, plásticos y otras manufacturas	-0,00	-0,06	-0,01	-0,06	-0,65	-9,89	-0,64	-9,77	0,01	0,14	0,01	0,17
Construcción e ingeniería	-0,00	-0,02	-0,00	-0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	<b>3,99</b>	<b>20,82</b>	<b>4,67</b>	<b>24,34</b>
Recuperación y reparaciones	-	-	-	-	-0,03	-0,25	-0,03	-0,23	-0,00	-0,01	-0,00	-0,01
Servicios comerciales	-0,00	0,09	-0,01	0,04	0,04	0,45	0,05	0,48	0,38	<b>3,21</b>	0,44	<b>3,73</b>
Hostelería y restaurantes	-0,04	-0,07	-0,04	-0,08	-	-	-	-	-0,02	-0,05	-0,02	-0,06
Transportes y comunicaciones	<b>2,30</b>	<b>18,75</b>	<b>1,10</b>	<b>9,00</b>	0,46	3,80	0,17	1,42	0,01	0,08	0,01	0,09
Crédito y seguros	0,00	0,06	0,00	0,04	0,01	0,07	0,01	0,08	0,17	1,84	0,20	2,14
Actividades Inmobiliarias	-0,03	-0,14	-0,02	-0,13	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	0,13	0,89	0,15	1,04
Enseñanza privada	0,00	0,02	0,00	0,01	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Sanidad privada	0,00	0,03	0,00	0,01	-	-	-	-	-0,00	-0,01	-0,00	-0,01
Otros servicios para la venta	0,00	0,06	0,00	0,04	-0,05	-0,35	-0,05	-0,34	0,17	1,31	0,20	1,52
Enseñanza pública	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Sanidad pública	-0,00	0,00	-0,00	-0,00	-	-	-	-	-0,00	-0,01	-0,00	-0,01
Servicios públicos	0,00	0,02	-0,00	0,01	-	-	-	-	-0,01	-0,06	-0,01	-0,07
<b>Total</b>	<b>1,96</b>	<b>17,20</b>	<b>0,77</b>	<b>7,32</b>	<b>-13,36</b>	<b>-</b>	<b>-13,05</b>	<b>-</b>	<b>5,63</b>	<b>35,11</b>	<b>6,61</b>	<b>41,15</b>