



Trabajo Fin de Máster

Huella de carbono de los patrones de consumo de la UE desde una perspectiva multirregional: desigualdad y evolución reciente

Carbon's footprint of consumption pattern of EU with a multiregional perspective: inequality and its recent evolution

Autor/es

Sara Miranda Buetas

Director/es

María Rosa Duarte Pac

Cristina Sarasa Fernández

Facultad de Economía y Empresa

2019

Índice

1. Introducción	5
2. Los patrones de consumo	10
3. Breve revisión de la literatura.....	12
4. Datos	16
5. Metodología	17
6. Análisis SDA y resultados	22
6.1 Análisis Descriptivo de los Patrones de Consumo	22
6.2 Análisis de la Contaminación Directa y Embodied de la UE	24
6.2.1. Análisis Contaminación Directa (perspectiva de producción).....	25
6.2.2. Análisis Contaminación Embodied (perspectiva de demanda).....	28
6.3. Análisis de Escenarios.....	31
6.3.1. Escenario 1: Mayor Equidad Distributiva	31
6.3.2. Escenario 2: Reducción del Sector Transporte en el Patrón de Consumo	34
7. Conclusiones	36
8. Bibliografía.....	39

Índice Figuras, Gráficos y Tablas

Figura 1. Mapa mundial de la Huella Ecológica del consumo 2014.....	6
Figura 2. Huella Ecológica mundial del consumo por componente, en hectáreas globales, 1961-2014.	7
Figura 3. Consumo energético final per capita en los países miembros de la EEA.....	11
Figura 4. Comparación Internacional de los requerimientos energéticos y de CO2 de los hogares	13
Figura 5. Gasto anual de seis grupos de productos por gasto equivalente de los deciles	15
Gráfico 1: Efecto total de la variación de la Contaminación por países.....	24
Gráfico 2. Efecto Tecnología y Efecto Demanda por Países.....	24
Gráfico 3. Clasificación de los 10 sectores con mayor disminución de su Contaminación Directa.....	26
Gráfico 4. Clasificación de los 10 sectores con mayor aumento de Contaminación Directa.....	27
Gráfico 5. Los 10 quintiles con mayor disminución de Contaminación Embodied.	28
Gráfico 6. Los 10 quintiles con mayor aumento de Contaminación Embodied.	29

Gráfico 8. Cambio en las emisiones asociadas a la Demanda Final de los países ante una reducción del sector transporte.	35
Tabla 1. Variación de la contaminación generada por la demanda final de los hogares de Rumanía, Alemania y España, así como su descomposición por efectos.	30
Tabla 2. Efecto Total de la Variación de Contaminación ante una Política Redistributiva.	32
Tabla 3 Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda italiana.....	33
Tabla 4. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda griega..	33
Tabla 5. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda española.	34
Tabla 6. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda inglesa ante una reducción del sector “Transporte”.	35
Tabla 7. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda maltesa ante una reducción del sector “Transporte”.	36
Tabla 8. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda española ante una reducción del sector “Transporte”.	36

Resumen

La reciente preocupación por las consecuencias presentes y futuras del cambio climático, ha llevado a que diferentes organizaciones internacionales, como el Marco de la Convención de las Naciones Unidas en el Cambio Climático, y especialmente el Acuerdo de París, tengan como objetivo alcanzar un desarrollo sostenible. Estos acuerdos reflejan la preocupación de cómo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero y el requerimiento de organizar a todos los países para conseguir mejoras medio ambientales.

En los últimos años, los investigadores han señalado a los hogares como un elemento de gran relevancia en los impactos ambientales. La producción y patrón de consumo en cada país provocan emisiones indirectas a la atmósfera a través de su cadena de producción, siendo un elemento clave en las políticas climáticas y en el camino hacia la sostenibilidad y reducción de emisiones. Las diferencias en la distribución de la renta, así como en los estilos de vida entre los países y dentro de los mismos, suponen un punto de partida diferente para cada país para cumplir sus objetivos.

En este contexto, analizamos las implicaciones del carbono en la producción, y especialmente en los patrones de consumo, utilizando un modelo multi-regional y multisectorial input-output para los estados miembros de la UE, considerando 26 sectores. Evaluamos los diferentes patrones de consumo de los hogares entre el 2000 y 2015, utilizando cinco categorías de renta. Además, evaluamos dos posibles escenarios y sus consecuencias i) Un primer escenario con una mayor

equidad en la distribución de la renta ii) Un cambio en el patrón de consumo con una reducción del uso de transporte.

Palabras Claves: Hogares, Consumo, Emisiones, Estilos de Vida, Impactos

Abstract

The raising awareness on the current and future consequences of climate change has leaded to different international commitments aimed to ensure a sustainable development as the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), and especially the recent Paris Agreement (PA). These agreements have reflected the concern of how to reduce GHG emissions and the requirement of organization of all countries to get the aim of environmental improvements.

In last years, researchers have pointed households as an element that have an important role in environmental impacts. Production and consumption patterns in each country drive atmospheric emissions embodied throughout production chain, thus being a key element of climate policy as sustainable pathways can contribute to reduce emissions. Disparities in income distribution and lifestyles between and within each country entails a different starting point for each country to reach their objectives.

In this context, we explore carbon implications of the current production and consumption patterns using an environmentally extended multiregional and multisectoral input-output model for all the EU Member States, plus the rest countries of the world, for 26 industry sectors. In particular, we evaluate the different household consumption patterns of the countries and how they are distributed from 2000 to 2015 using five income categories. Additionally, we evaluate two scenarios and their consequences i) A scenario of greater income equity ii) A reduction of transport sector.

Keywords: households, consumption, emissions, lifestyles, impacts

1. Introducción

Los últimos años han demostrado, a través de fenómenos naturales, cómo el planeta está sufriendo un cambio ante la contaminación generada. La concentración de gases de efecto invernadero, especialmente de CO₂, es una de las principales causas de ello. El aumento de los niveles de gases de efecto invernadero, así como el mayor uso energético, ha tenido lugar desde que comenzó la Primera Industrialización (Biesiot and Noorman ,1999) (Kok et al., 2006).

El modelo de desarrollo llevado a cabo por los países desarrollados ha demostrado ser insostenible. Trabajos previos demuestran que están utilizando más recursos de los que el planeta puede proporcionar, y se tiende a afirmar que, si toda la población mundial consumiera recursos naturales en los niveles en que los hacen los países europeos, serían necesarios tres planetas para poder soportar el consumo energético y de materiales (Tukker et al., 2010). En concreto, la mejora de los estándares de vida en países emergentes como China e India comienza a provocar un aumento del consumo de recursos, así como de energía, dando lugar a una mayor presión sobre el medio ambiente, la contaminación de la tierra y destrucción de ecosistemas (Hubacek et al., 2007) (Zhang et al., 2015). Se está dando una convergencia en la intensidad energética, de tal forma que países en desarrollo están aumentando su intensidad energética mientras que los industrializados la disminuyen a lo largo del tiempo (Cohen et al., 2005). Esto lleva a prever que la reducción en los países en desarrollo pueda tardar en mayor medida que en los países desarrollados, por lo que, tendrían que ser estos últimos los que disminuyeran a una mayor velocidad sus emisiones de gases de efecto invernadero (Andersson et al., 2014). Sin embargo, como podemos ver en la *Figura 1*, los países desarrollados tendrían una fuerte huella ecológica, a la cual se están empezando a acercar los países en desarrollo.

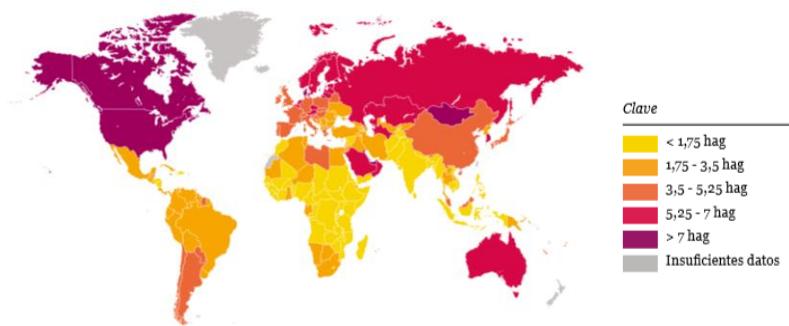


Figura 1. Mapa mundial de la Huella Ecológica del consumo 2014. Fuente: WWF (2018)

Desde los años 70, se evalúan los impactos ambientales no solo desde el punto de vista de la producción, sino también, del consumo final, tras mostrarse con la primera crisis del petróleo la necesidad de reducir el uso energético. El cambio climático se ha convertido en un tema de debate en los organismos mundiales, los cuales tratan de buscar soluciones debido a las graves consecuencias que acarrea.

El rápido aumento del consumo ha conducido a una sobreexplotación de los recursos, llevando a que, en los últimos 50 años, la huella ecológica del ser humano aumente casi

un 190%, mientras que la biocapacidad de la Tierra apenas un 27% (WWF, 2018). Como se puede observar en la Figura 2, la huella ecológica del ser humano ha sobrepasado la capacidad de la Tierra de regenerarse. En el informe de la Agencia Medioambiental Europea, se determinaba que la huella ecológica media por persona de sus países miembros es aproximadamente el doble de la biocapacidad disponible (EEA, 2012).

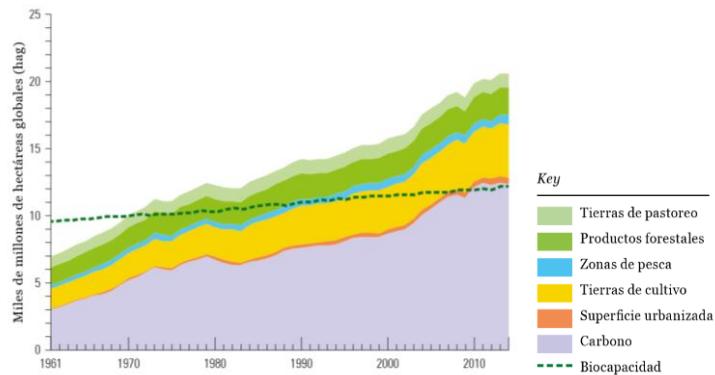


Figura 2. Huella Ecológica mundial del consumo por componente, en hectáreas globales, 1961-2014. Fuente: WWF (2018)

Esta situación, ha llevado a la firma de diversos acuerdos con el fin de luchar contra el cambio climático desde la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente en 1972 en la que se adoptó una declaración que enunciaba los principios para la conservación y mejora del medio humano y un plan de acción que contenía recomendaciones para la acción medioambiental internacional.

Tras la publicación del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas “Our Common Future” (1987), se promovieron, a nivel mundial, nuevos retos ante la degradación ambiental y el desarrollo sostenible. A partir de la Conferencia de Medioambiente y Desarrollo llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992, también conocida como la Cumbre para la Tierra, se estableció un nuevo marco para los acuerdos internacionales con el objetivo de proteger la integridad del medio ambiente a nivel mundial en su Declaración de Río y el Programa 21. En 1997, se llevaría a cabo el Protocolo de Kyoto en Japón, que ha constituido la acción más influyente en el ámbito de cambio climático. A partir de ahí, se han realizado diversos congresos hasta llegar a los Acuerdos de París, en 2015, reuniéndose 195 países que firmaron el primer acuerdo vinculante mundial sobre el clima. Se manifestó el compromiso de los países, a largo plazo, mediante un plan de acción mundial para limitar el calentamiento global muy por debajo de 2°C sobre los niveles preindustriales y para reducir las emisiones.

Al mismo tiempo, la Asamblea General de Naciones Unidas estableció los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Goals, SDGs) que tienen por objeto terminar con la pobreza y promover el crecimiento sostenible, entre otros.

En este contexto, la propia Unión Europea (UE) ha establecido diversos objetivos para hacer frente al cambio climático. Estos objetivos persiguen conseguir una amplia reducción de GHG en un 20% para 2020 en comparación a 1990, un 40% en 2030 y un 80% en 2050. Cada miembro de la UE ha establecido objetivos de emisiones para cada país, como España, que propone mejorar la intensidad energética en un 2% por año en el periodo 2010-2020. Además de la reducción en emisiones, el plan de la UE se compromete a que en 2020 haya un 20% de energías renovables en la UE, así como una mejora de la eficiencia energética de un 20%. La peculiar organización de la UE formada por países con diferentes características tanto a nivel de riqueza, políticas fiscales, o desigualdad, lleva a que cada país, parte de una situación distinta ante el objetivo común de disminuir las emisiones generadas por sus sectores productivos y sus consumidores.

El desarrollo de estas políticas incluye a todos los agentes de la sociedad, tanto a los hogares, las empresas y gobiernos, al ser todos ellos, agentes importantes en la toma de decisiones. En concreto, según Duchin and Hubacek (2003), el consumo privado de los hogares representa un 57%, es decir, la mayor parte de la demanda final de estas economías. El consumo final, así como la riqueza, especialmente en el mundo industrializado, son las principales causas de la presión ambiental actual. De esta forma, tanto consumidores como productores cumplen un rol importante en la generación de huella ecológica, ya que los productores utilizan la tierra y la energía para generar los productos que son demandados por los consumidores finales (Wiedmann et al., 2006)

La Unión Europea estableció el objetivo de un Consumo y Producción Sostenibles (SCP), por ello, se han tratado de crear numerosos instrumentos políticos para alcanzar el Plan de Acción de la SCP, así como el de Economía Circular. Estos planes, tratan de mejorar la actuación medioambiental del ciclo de la producción, así como de informar a los consumidores sobre las características de los productos, para tratar de minimizar los impactos medioambientales (Beylot et al., 2019).

Ante las previsiones para el 2050 de una población que alcance los 9 billones de personas, la promoción de patrones de consumo y producción sostenibles es un reto clave para el futuro con el objetivo de utilizar eficientemente los recursos naturales, reducir las

emisiones de gases de efecto invernadero y el desacoplamiento del crecimiento económico de la degradación medioambiental.

El aumento del consumo al que llevará el crecimiento de la población y los cambios en los estilos de vida, así como el propio cambio en la estructura del consumo por el envejecimiento de la población y la mayor urbanización (Ferrara and Serret, 2008), causará una sobreexplotación de los recursos naturales, el incremento de contaminantes, así como la degradación de los hábitats naturales, lo cual puede provocar a su vez, daños irreparables a los ecosistemas y sobrepasar la capacidad de absorción medioambiental. Este mismo incremento del consumo, podría superar las mejoras tecnológicas en innovación y mejoras de eficiencia energética (Cellura et al., 2011). Tanto las presiones directas como indirectas provocan el calentamiento global, la degradación de la biodiversidad, el sellado del suelo y la contaminación del aire y del agua.

Por ello, analizar el patrón de consumo, los estilos de vida y las decisiones individuales, son factores claves para el diseño del desarrollo sostenible, ya que la producción de materia y energía más limpia, así como el reciclaje de residuos industriales, no garantiza tal desarrollo. Del mismo modo, el crecimiento de la población, así como la rápida urbanización, aumentan las exigencias de los hogares, y a su vez, los efectos de la producción y las emisiones indirectas de CO₂ (Liu et al., 2011).

La Agenda 21 puntualiza que los estilos de vida de las economías avanzadas son insostenibles siendo una de las principales causas de presión medioambiental, por tanto, es necesario el que haya un cambio en los patrones de consumo (Duarte, et al., 2016). Los estilos de vida dependen de factores estructurales, institucionales, culturales y socio-demográficos, tales como la edad.

En este contexto, este trabajo se plantea como objetivos realizar un análisis de las implicaciones del carbono en la producción, y especialmente en los patrones de consumo de la UE, considerando 26 sectores y su evolución entre 1999 y 2015. Por otra parte, realizaremos un análisis de descomposición estructural (SDA) para analizar que componentes son los que mayor relevancia han tenido en la evolución de las emisiones de CO₂ para cada uno de los países y sus hogares. Además, también plantearemos dos posibles escenarios para llevar a cabo la evaluación de sus consecuencias. El primero de los escenarios, consistirá en un análisis en el que realizaremos una distribución de la renta más equitativa con el objetivo de disminuir la renta acumulada en los extremos. El

segundo escenario, consistirá en una modificación dentro del patrón de consumo de los hogares, de tal modo que se produzca una reducción del uso del sector transporte, con el fin de que se disminuya el número de emisiones generadas.

Para ello, hacemos uso de un modelo multisectorial y multirregional input-output (MRIO) extendido ambientalmente que vincularemos con información detallada sobre distribución de la renta y el patrón de consumo asociado de los hogares europeos.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se lleva a cabo la descripción de los patrones de consumo. En la sección 3, se realiza la revisión de la literatura. Las secciones 4 y 5 presentan los datos y la metodología de análisis. La sección 6 contiene el estudio de los principales resultados. El trabajo concluye con un resumen de resultados y las conclusiones más importantes.

2. Los patrones de consumo

A la hora de analizar los patrones de consumo es de gran importancia el considerar los efectos rebote, ya que incluso para patrones de consumo que parecen ser más sostenibles, no se garantiza que, con las políticas establecidas para conseguirlo, se logren las reducciones. Los efectos rebote están asociados con la eficiencia energética y el uso de energía en la economía, pudiendo ser que la mejora de la eficiencia puede ser menos efectiva de lo esperado, o incluso puede resultar en un mayor consumo de energía y recursos. De esta manera, en Takase et al. (2005) demostraban como en el caso de que los consumidores reemplazaran el 10% del transporte en automóvil por ferrocarril, los efectos iniciales de la política se veían menguados por el efecto rebote.

Los efectos rebote provocan tres reacciones económicas diferentes. Por un lado, estaría el efecto rebote directo que se debería a que un aumento de la eficiencia reduce el coste del consumo, lo que puede llevar al incremento del consumo del producto. Por otro lado, estaría el indirecto, el cual al reducir el coste de consumo aumentaría el ingreso real de los hogares, incrementando su poder adquisitivo, y así, el consumo de otros bienes y servicios. Por último, el efecto de equilibrio general o de economía, que es el más complejo, y se refiere a cambios en los patrones de consumo agregados que pueden llevar a cambios estructurales y en los precios relativos (EEA, 2012).

En primer lugar, destaca el papel del sector alimentario. El consumo de alimentos, a medida que aumenta la renta, disminuye su peso en la cesta de consumo, ya que representa

una menor proporción de la misma. Sin embargo, al mismo tiempo, los individuos cambian su forma de consumir, especialmente, en un mundo cada vez más globalizado. En concreto, el aumento de los alimentos procesados y congelados supone un impacto negativo en el medioambiente debido a la cantidad de energía y recursos que se requiere para todo el proceso desde su almacenamiento hasta su venta, así como por los residuos que generan sus envases. Trabajos previos demuestran que cambios en la dieta hacia una reducción del peso de productos cárnicos y lácteos llevaría a una reducción de emisiones. Además, también estarían los impactos producidos por los desperdicios de comida en los restaurantes y hoteles. Frente a ello, las Naciones Unidas han hecho un llamamiento para reducir a la mitad el desperdicio de alimentos para 2025 (EEA, 2012).

Por otro lado, estaría el sector de la vivienda que requiere gran cantidad de agua, materiales y energía. En este sector, se observan grandes diferencias entre los distintos países de la Unión Europea como se observa en la **:Error! No se encuentra el origen de la referencia.** entre 2005 y 2010 debido a los distintos climas, niveles de eficiencia energética, sistemas de calefacción y precios de la energía.

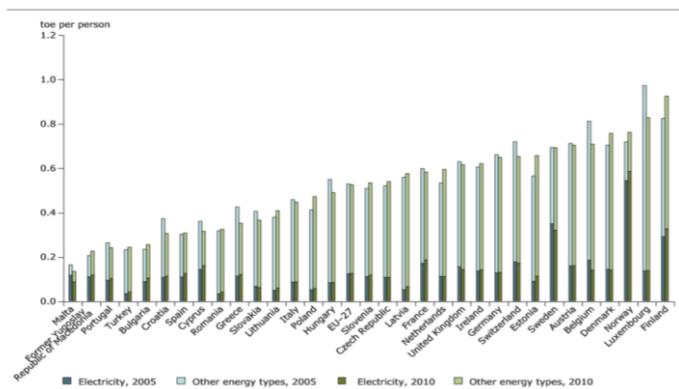


Figura 3. Consumo energético final per capita en los países miembros de la EEA. Fuente: EEA (2012)

En tercer lugar, destaca el papel del sector del transporte, el cual genera impactos en el cambio climático mediante la fragmentación del hábitat ante la construcción de las infraestructuras que requiere, la contaminación del aire y acústica, el consumo de recursos o la generación de residuos, entre otros destacando su papel como responsable del 34% de los precursores de ozono troposférico (EEA, 2012). Estos efectos se podrían minorar sustituyendo los vehículos convencionales por los eléctricos, así como promoviendo el transporte público o compartir el vehículo.

Por último, el sector del turismo también tiene grandes impactos ambientales por el propio desplazamiento de los individuos que representa el 8% de las emisiones de Gases de

Efecto Invernadero (GEI) en la UE-15 (donde destacaría, especialmente, el impacto del transporte aéreo), así como la construcción de hoteles o cualquier tipo de infraestructura turística (EEA, 2012).

Por otro lado, los diferentes tipos de hogares contaminan de distintas formas en cada país. Por ello, analizar los impactos de los patrones de consumo por nivel de renta resulta necesario para desarrollar mejor las políticas a aplicar para el logro del desarrollo sostenible. Estudios previos demuestran que un mayor nivel de renta provoca un superior número de emisiones ya que los consumidores emplean más energía y consumen más bienes y servicios. Sin embargo, este aumento no es proporcional ya que el consumo en bienes de lujo genera menores impactos que aquellos bienes que están destinados a satisfacer las necesidades básicas (Girod and de Haan, 2010). Aun con todo, en términos absolutos, un aumento del nivel de renta conlleva más emisiones (Tukker et al., 2010).

3. Breve revisión de la literatura

Desde los años 70, ha habido un gran interés en estudiar la contaminación directa e indirecta de los consumidores. Los hogares contaminan de forma directa a través de la electricidad, la calefacción o la conducción de un coche, pero también indirectamente, ya que para la producción de los bienes y servicios que consumen, también se genera una contaminación.

Sin embargo, la cesta de consumo es distinta según el tipo de hogar en el que nos encontremos, de tal manera que el impacto que ejerce sobre el medioambiente también es distinto. El impacto ambiental que generan los hogares, sería resultado de la intensidad del impacto ambiental de los bienes y servicios, así como del volumen de la composición del consumo de los hogares (Dai et al., 2012). En Munksgaard et al. (2005) se explicaban cuatro resultados que se han confirmado en la literatura. Por un lado, una parte sustancial de los requisitos de energía de un hogar está constituida por productos no energéticos. Además, los requerimientos totales de energía aumentan menos que proporcionalmente con el ingreso; es decir, la intensidad energética total disminuye con el ingreso. En tercer lugar, los requerimientos de energía per cápita disminuyen con el número de miembros de la familia. Por último, los hogares urbanos exhiben una menor intensidad energética que los hogares rurales.

Los consumidores, por tanto, tendrían un rol muy importante en el objetivo de disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Se han realizado varios estudios con el

objetivo de analizar cómo disminuir las emisiones de CO₂. Así, por ejemplo, Zhang, et al. (2017) analizan el consumo de energía y de emisiones de CO₂ causadas por el consumo de los hogares utilizando un modelo input-output, durante el periodo 2000-2010 en China, y concluyen que el consumo indirecto de ambos se debe principalmente al consumo de los hogares, representando por ello un 69%-72% del consumo energético, y un 77%-84% de las emisiones de CO₂.

Hay un amplio consenso en que cambios significativos en la producción de tecnología son fundamentales para una mejora del medio ambiente, pero que estos, han de venir acompañados de cambios en el patrón de consumo. Llevar el comportamiento de los consumidores hacia formas más sostenibles, en las que se disminuya su consumo energético y de carbón, es un factor clave en el objetivo de mitigar el número de emisiones, debido a las diferentes presiones ambientales que causan. Los patrones de consumo de los hogares difieren por país y por grupo de renta, tal y como se observa en la Figura 4. De esta manera, se puede observar que en general el consumo energético se debe a la energía proveniente de la vivienda. En algunos países como Nueva Zelanda o Dinamarca, también sería relevante el combustible de los vehículos, mientras que en Alemania o Países Bajos el requerimiento energético de la comida. En el caso de las emisiones de CO₂, a excepción de Australia, volvería a destacar el uso energético de los hogares. En Australia, como se puede observar, sería la comida la principal fuente de emisiones de CO₂.

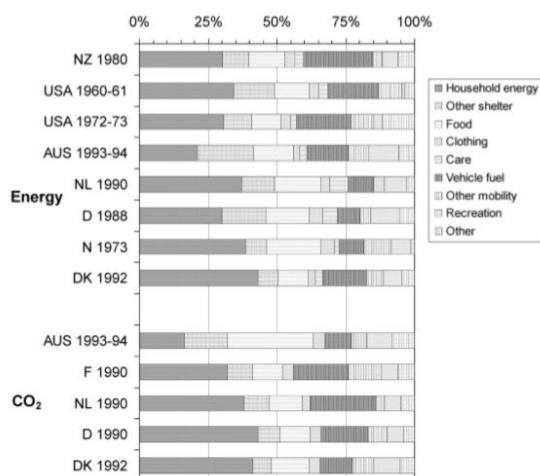


Figura 4. Comparación Internacional de los requerimientos energéticos y de CO₂ de los hogares Fuente: Munksgaard et al. (2005)

Según Vringer and Blok (1995), al menos el 54% del requerimiento total de energía de los hogares consiste en un requerimiento indirecto de la misma. Trabajos previos en

Tailandia, estiman que, debido al gran consumo de energía, tanto directa como indirecta, que mantiene el sector de la vivienda, las políticas energéticas han de centrarse en él (Meangbua et al., 2019). En el caso de la República de Corea, más del 60% del requerimiento total de energía de los hogares fue indirecto en 1980, 1990 y 2000. Park and Heo (2007) explicaban que una posible razón para ello se podía encontrar en las diferencias relativamente grandes en precios de energía para hogares e industrias. Por el contrario, el requerimiento directo de energía de los coreanos fue bajo (en torno a un 20% del total) debido a los precios relativamente altos de la gasolina y la electricidad.

El trabajo de Duarte, et al. (2019) analiza las implicaciones del carbón en la producción y patrones de consumo actuales a través de un modelo multi-regional input-output extendido ambientalmente, para todos los miembros de la Unión Europea, considerando las distintas categorías de renta, para el año 2015. El trabajo muestra que el 93'02% de las emisiones de CO₂ en la UE provienen de actividades económicas, siendo las más relevantes las asociadas al consumo de los hogares. Al aumentar la renta, tanto las emisiones directas como indirectas aumentan en la UE, llegando a suponer las del quinto quintil superiores a las asociadas al consumo del gobierno y exportaciones. El consumo de transporte se incrementa a medida que aumenta la renta, mientras que las emisiones asociadas a la electricidad son mayores a niveles bajos de renta por la menor eficiencia en sus productos eléctricos, ocurriendo lo mismo con el caso de la comida. Por otro lado, Brizga et al. (2017) realizan un estudio sobre los Estados Bálticos para el periodo de 1995 a 2011. Analizan las emisiones de CO₂ de los hogares relacionadas con el consumo mediante un modelo de input-output multirregional global, mostrando la necesidad de un cambio en el comportamiento de los hogares, proporcionándoles conocimiento, infraestructura y recursos para facilitar dicho cambio, la descarbonización de los sectores energéticos y de transporte, y la reducción de las emisiones indirectas incorporadas en productos originados fuera del territorio de un país.

En el artículo de Kerkhof et al. (2009) se evalúan las relaciones entre el gasto de los hogares y los impactos medioambientales. El estudio es llevado a cabo para el año 2000 en Países Bajos a través de la combinación del gasto de hogares con un análisis input-output extendido ambientalmente. El aumento del impacto ambiental viene acompañado con el incremento del gasto de los hogares, aunque el grado de su aumento difiere por categoría de impacto. Se observa que a medida que aumenta la renta, hay un cambio en el patrón de consumo, de tal manera que, tal y como vemos en la Figura 5, se ve un aumento

de los bienes de lujo, mientras se observa un decrecimiento en el consumo de comida, así como de electricidad y gas, lo cual reafirma el hecho de que la variación en los patrones de consumo conlleva a diferentes impactos medioambientales.

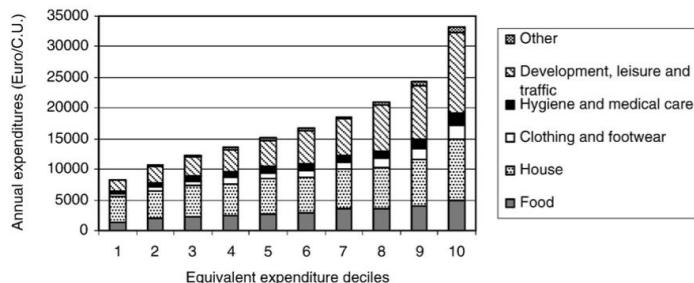


Figura 5. Gasto anual de seis grupos de productos por gasto equivalente de los deciles Fuente: Kerkhof, et al. (2009)

En Munksgaard et al. (2000), se aplica un análisis de descomposición estructural sobre la economía danesa para el periodo de 1966 a 1992, así como un modelo input-output para evaluar los factores que afectan a las emisiones de CO₂ directas e indirectas de los hogares. Se concluye que las emisiones directas han superado a las indirectas, pero que seguían diferentes tendencias, siendo que las directas son el resultado de un crecimiento considerable en el consumo de energía (especialmente por la electricidad y la gasolina), pero también de cambios en la combinación de combustibles de los hogares, lo cual compensa lo anterior. Por su parte, las indirectas se deben al aumento del consumo privado, mientras que la conservación de energía ha reducido la intensidad energética en la mayoría de los sectores de producción. Dentro del consumo privado, destacan el uso de transportes, así como el asociado a la recreación y el entretenimiento.

Por su parte, el trabajo de Hubacek, et al. (2017) calcula la huella de carbono producida por cada nivel de renta comparándola entre países y dentro de los mismos, y analiza las implicaciones que tiene sobre la pobreza. Demuestran como el top del 10% de los de mayor renta, causa un tercio de las emisiones globales de GHG mientras que el 50% más bajo se responsable de únicamente un 15%. La huella de carbono de la élite es once veces más grande que la de los de menor renta.

Por otra parte, Zhang et al. (2017) realizan un análisis sobre los impactos en términos de emisiones de CO₂ que tienen los hogares en China y concluyen que el impacto en las emisiones de CO₂ generadas por el consumo de los hogares urbanos es 1,8 veces superior que el rural. También se observa que las emisiones de CO₂ aumentan a medida que se incrementa el nivel de renta (también podría observarse en Chancel (2014)). Además, las

reducciones relativas de emisiones de CO₂ de los sectores alimentarios en los hogares son las más altas. Esto, también se observaba en Golley and Meng (2012), quienes comentaban que los hogares pobres son más intensivos en emisiones en su consumo energético directo debido a su gran dependencia del carbón, mientras que los hogares más ricos son más intensivos en emisiones en su consumo indirecto de energía.

Dentro de la economía española, el trabajo de Duarte et al. (2018) propone diversos escenarios para seguir la estrategia del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2005-2020 de España y evalúa el impacto dinámico de tecnología más eficiente sobre el consumo de electricidad y el uso de transporte mediante un modelo de equilibrio general (CGE, en su acrónimo en inglés) dinámico. Se resalta la importancia de los efectos rebote, de tal manera que los efectos positivos de las políticas analizadas se verían en sí menguados, y, se confirma que reducciones en las emisiones per cápita pueden ser compatibles con un crecimiento económico. El trabajo de Duarte et al. (2016) diferencia los patrones de consumo de la economía española por nivel de renta y analizan los impactos de cambios en la energía, el transporte y las dietas. Se sugiere que las reducciones en emisiones de dióxido de carbono, metano y sulfuro de dióxido pueden ser compatibles con aumentos de renta y reducciones en el desempleo, y demuestran como a menores niveles de renta, las reducciones de las emisiones son mayores en las actividades que requieren electricidad y gas. Resaltan que el transporte público es la elección más eficiente en términos medioambientales.

Otro caso de estudio para España, evalúa el impacto ambiental del estilo de vida de los españoles. Sánchez-Chóliz et al. (2007) encuentran que la huella de aguas residuales es superior en 6 veces al consumo directo, mientras que la huella de CO₂ es de más de 12'6 toneladas per cápita emitidas a la atmósfera por cada ciudadano español. La contaminación en España está estrechamente relacionada con la producción de alimentos, la energía, las industrias extractivas, la química y otras manufacturas. Por su parte, los servicios, en general, son importantes contaminadores, por el volumen de gasto de los hogares que representan más que a su potencial de contaminación como tal.

4. Datos

La información utilizada para este estudio procede de dos bases de datos: Eurostat (Eurostat, 2010) y EORA (Lenzen, et al., 2012) (Lenzen, et al., 2013). Las tablas multiregionales y multisectoriales input-output se obtienen de la base de datos EORA,

para los años 1999, 2005, 2010 y 2015, mientras que la estructura de gasto de consumo es obtenida de Eurostat, por quintil de la renta. Los datos incorporan información de los países de la UE (28 países) y para los años 1999, 2005, 2010 y 2015.¹ Tras una adaptación de los sectores de Eurostat (32 sectores) a la base de datos de EORA (26 sectores), se ha obtenido la distribución del consumo de los hogares por nivel de renta.²

5. Metodología

Como se ha comentado anteriormente, nos basamos en un modelo input-output multisectorial y multi-regional de la economía mundial con un foco particular en la Unión Europea. En concreto, el modelo económico tradicional se ha extendido en dos dimensiones. En primer lugar, se trata de un modelo extendido ambientalmente al considerar las emisiones realizadas por los sectores productivos y los hogares, en unidades físicas, ligadas a los procesos de producción y consumo. Por otra parte, la demanda final de los hogares de los distintos países europeos, que habitualmente aparece en estos modelos como un único vector, se ha ampliado para considerar cinco quintiles de renta, para los que reproducimos su patrón de consumo. Además, con el fin de evaluar la contribución a la evolución de las emisiones que tienen distintos componentes (renta, estructura de consumo, tecnología), utilizaremos una metodología muy empleada dentro del ámbito de los modelos input-output, el análisis de descomposición estructural (SDA). Esta metodología es una importante técnica macroeconómica, especialmente en este tipo de trabajos en los que se emplean modelos input-output (IO). Una característica importante de la SDA es su capacidad de distinguir los componentes directos e indirectos de los cambios sectoriales observados combinando procedimientos similares a la contabilidad del crecimiento con las técnicas del análisis IO. El análisis SDA permite descomponer, en dos períodos de tiempo distintos, los efectos de una variable macroeconómica en distintos elementos. La idea general en la que se basa el análisis SDA es en la descomposición aditiva de cambios en las variables determinadas por una serie de factores multiplicadores que actúan como aceleradores o retardadores de su evolución. Esta metodología ha sido revisada en Rose and Casler (1996).

En nuestro caso, vamos a evaluar el efecto que sobre las emisiones tienen los distintos componentes utilizando para ello un efecto intensidad de las emisiones de CO₂, un factor escala, así como un efecto asociado a los patrones de consumo y al efecto distributivo,

¹ En esta base de datos, nos hemos encontrado con la principal limitación que es la falta de información de algunos países. El año 2005 era el único que tenía para todos los países. De esta manera, como regla general, para poder tener los porcentajes horizontales para todos los países y los años, utilizábamos el último que tuviéramos de referencia, y en su caso, si faltaban para el año 1999, escogíamos el periodo superior más cercano. En el caso de que nos faltaran datos sobre un sector concreto, empleábamos los porcentajes de aquel sector que más se le asimilara.

² Cabe mencionar que al no tener datos de 1999 así como de 2015, el año 2000 y el 2014, serían sus equivalentes a la hora de encajar los datos de las distintas fuentes.

considerando un periodo $t=0$, correspondiente a 1999, y un periodo $t=1$, asociado al año 2015.

Nuestro punto de partida es un modelo input-output multirregional para el mundo, cuya ecuación de equilibrio viene dada por

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{y} \quad (1)$$

Esta ecuación muestra el equilibrio en el modelo MRIO con m países y n industrias, donde el vector \mathbf{x} mxn es el producto total (producción bruta). Denotamos por $\mathbf{A} = (a_{ij}^{rs})$ a la matriz de coeficientes técnicos, cuyo elemento a_{ij}^{rs} indica la cantidad de inputs intermedios i del país r necesaria para producir una unidad de producto j en el país s . Denotamos por $\mathbf{Y} = (\mathbf{y}^{rs}) = (y_i^{rs})$ la matriz $(mxn)xm$ de demanda total final, cuyos elementos y_i^{rs} muestran la demanda del producto i del país r para satisfacer la demanda final del país s , siendo \mathbf{y}^{rs} el vector $nx1$ de bienes desde r incluido en la demanda final de s . Denotamos finalmente por $\mathbf{y} = (y_i^r) = (\sum_s y_i^{rs})$ el vector mxn de la demanda final mundial.

La ecuación de equilibrio anterior puede también expresarse en términos de la conocida matriz inversa de Leontief: $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = (\alpha_{ij}^{rs})$, cuyos elementos representativos α_{ij}^{rs} muestran, en un modelo multirregional, la producción total generada en la industria i del país r e incorporada en (directamente e indirectamente necesaria para satisfacer) una unidad de demanda final del bien j producida en el país s .

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{y} = \mathbf{Ly} \quad (2)$$

De esta forma, la inversa de Leontief será el instrumento que nos permitirá vincular la producción a la demanda, de forma que sea posible evaluar, para una determinada demanda, cuál es la producción total de la economía mundial generada directa e indirectamente para satisfacer la demanda final de un sector en un país.

Sobre la base de este modelo, consideremos ahora la contaminación generada en cada país y sector por unidad de producción de ese sector, es decir, consideremos un vector fila de coeficientes de contaminación directa \mathbf{c} con elementos genéricos $c_{rj} = C_{rj} / x_{rj}$. Consideremos también la demanda final de cada país (clasificada de acuerdo con el país y sector de generación de dicha demanda final), obtenemos la matriz $\mathbf{\Omega}$ $((mxn) \times (mxn))$, como sigue:

$$\Omega = (\omega_{ij}^{rs}) = \widehat{\mathbf{cLY}} = \begin{pmatrix} \Omega_{11} & \Omega_{12} & \cdot & \cdot & \Omega_{1m} \\ \Omega_{21} & \Omega_{22} & \cdot & \cdot & \Omega_{2m} \\ \cdot & \cdot & \Omega_{rs} & \cdot & \Omega_{rm} \\ \Omega_{r1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \Omega_{m1} & \Omega_{m2} & \cdot & \cdot & \Omega_{mm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\lambda}_1 & \mathbf{0} & \cdot & \cdot & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \hat{\lambda}_2 & \cdot & \cdot & \mathbf{0} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \hat{\lambda}_r & \cdot \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdot & \cdot & \hat{\lambda}_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdot & \cdot & y_{1m} \\ \cdot & y_{22} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & y_{rs} & \cdot \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdot & \cdot & y_{mm} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Donde $\lambda_{rj} = \sum_{i,s} c_i^s \alpha_{ij}^{sr}$ y siendo ω_{ij}^{rs} toda la contaminación generada en el sector i en el país r que es necesaria directa o indirectamente para satisfacer la demanda final del sector j en el país s .

Notar que los elementos de cada columna en la matriz permitirían ver los diferentes orígenes de la contaminación incorporada en la demanda final de cada país y sector. Además, los elementos de cada fila informarían sobre el destino final de la contaminación directa e indirectamente generada en cada país y sector

Notar que los valores λ representan los llamados “valores contaminación”, es decir la contaminación directa e indirectamente incorporada por unidad de demanda final. Como puede verse, dichos valores son una representación de la tecnología (de producción y de contaminación), ya que combinan la información contenida en la inversa de Leontief, y la información sobre emisiones por unidad de producción (intensidad contaminadora). Dichos valores permiten por tanto “valorar” la demanda final en términos de la contaminación contenida en la misma.

Por otra parte, si en vez de considerar toda la demanda final consideramos únicamente la demanda final de hogares, tendremos la contaminación directamente e indirectamente incorporada en dicha demanda final, es decir, en

$$\begin{pmatrix} \mathbf{G}_{11} & \mathbf{G}_{12} & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{1m} \\ \mathbf{G}_{21} & \mathbf{G}_{22} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{rs} & \cdot \\ \mathbf{G}_{m1} & \mathbf{G}_{m2} & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{mm} \end{pmatrix}$$

Es decir,

$$\Omega^g = \begin{pmatrix} \hat{\lambda}_1 & \mathbf{0} & \cdot & \cdot & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \hat{\lambda}_2 & \cdot & \cdot & \mathbf{0} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \hat{\lambda}_r & \cdot \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdot & \cdot & \hat{\lambda}_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{G}_{11} & \mathbf{G}_{12} & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{1m} \\ \mathbf{G}_{21} & \mathbf{G}_{22} & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{rs} & \cdot \\ \mathbf{G}_{m1} & \mathbf{G}_{m2} & \cdot & \cdot & \mathbf{G}_{mm} \end{pmatrix}$$

En este trabajo, nos centraremos en las demandas finales de los países de la Unión Europea ($m=1\dots 28$), y en concreto, en la distribución de las mismas según nivel de renta. Por ello, consideremos ahora, para cualquier país de la Unión Europea, el consumo de los hogares, es decir, una columna cualquiera de la matriz G anterior. Podemos abrir dicha columna en base a tres elementos que vamos a describir.

Por una parte, sea \mathbf{H} la matriz que representa los patrones de consumo por niveles de renta, es decir, para cualquier país, vendrá dada por:

$$\mathbf{H} = \{H_{ij}\} = \left\{ \frac{G_{ij}}{\sum_{i=1}^n G_{ij}} \right\} \text{ siendo } i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, h$$

Donde “n” representa los 26 sectores sobre las que realizamos nuestro análisis de las emisiones, y, “h”, representa los diferentes estratos de renta en los que se dividen los grupos de hogares (quintiles).

Definamos también, para cada país, la matriz $\widehat{\mathbf{D}}$ como una matriz diagonal que recoge la distribución del gasto entre los distintos tipos de hogares por nivel de renta para cada país de la Unión Europea, que nos permite obtener una aproximación a la distribución de la renta:

$$\mathbf{D} = \{D_j\} = \left\{ \frac{\sum_i G_{ij}}{\sum_i \sum_j G_{ij}} \right\} \text{ siendo } i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, h$$

Por último, definimos el factor escala T , que representa la suma del gasto total de todos los hogares para cada uno de nuestros países.

$$T = \sum_i \sum_j G_{ij}$$

Una vez definidos los distintos factores de descomposición, podemos obtener las emisiones de CO₂ en el periodo 1999 para cada país, asociadas al consumo de los hogares como:

$$\Omega_0^g = \widehat{\lambda}_0 \mathbf{H}_0 \widehat{\mathbf{D}}_0 T_0$$

Y en el periodo de 2015:

$$\Omega_1^g = \widehat{\lambda}_1 \mathbf{H}_1 \widehat{\mathbf{D}}_1 T_1$$

Con este análisis, estamos buscando analizar la responsabilidad de cada uno de estos efectos en la variación de generación de emisiones de CO₂. De esta manera, si:

$$\Delta \Omega^g = \Omega_1^g - \Omega_0^g = \widehat{\lambda}_1 \mathbf{H}_1 \widehat{\mathbf{D}}_1 T_1 - \widehat{\lambda}_0 \mathbf{H}_0 \widehat{\mathbf{D}}_0 T_0$$

Podremos expresar la variación en Ω^g en términos de los cambios que se den en los diferentes factores definidos anteriormente, usando como ponderación distintas combinaciones de los valores iniciales y finales de las variables o factores. En otras palabras,

$$\Delta\Omega^g = \Delta\hat{\lambda}H\hat{D}T + \hat{\lambda}\Delta H\hat{D}T + \hat{\lambda}H\Delta\hat{D}T + \hat{\lambda}H\hat{D}\Delta T$$

Esto permite evaluar cómo cada uno de los factores contribuye a la variación final de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo en los hogares. En este caso, como tenemos cuatro factores (intensidad, estructura de consumo, estructura de los hogares y escala), se puede descomponer el $\Delta\Omega^g$ de 4! formas diferentes sin que haya residuo.

No obstante, nosotros vamos a utilizar únicamente dos formas de descomposición que son las más utilizadas en la literatura, las denominadas soluciones polares. La media de dichas soluciones es una buena aproximación al promedio de las 4! posibles formas de descomposición exacta, ver en detalle (Dietzenbacher and Los, 1998).

Las formas polares siguen el siguiente esquema:

Forma Polar 1:

$$\Delta\Omega^g = \Delta\hat{\lambda}H_0\hat{D}_0T_0 + \hat{\lambda}_1\Delta H\hat{D}_0T_0 + \hat{\lambda}_1H_1\Delta\hat{D}T_0 + \hat{\lambda}_1H_1\hat{D}_1\Delta T \text{ tal que:}$$

$\Delta\hat{\lambda}H_0\hat{D}_0T_0 = I_1$ representa la parte del cambio total en las emisiones que se deben al cambio en las intensidades de contaminación. Es decir, representa la variación en la contaminación si los demás factores no se hubiesen modificado desde 1999 hasta 2015, en condición *ceteris paribus*.

$\hat{\lambda}_1\Delta H\hat{D}_0T_0 = P_1$, representa la parte del cambio total en las emisiones que se debe al cambio en los patrones de consumo, en condición de *ceteris paribus*.

$\hat{\lambda}_1H_1\Delta\hat{D}T_0 = R_1$, representa la parte del cambio total en las emisiones ocasionada por el cambio en la distribución de la renta, en condición de *ceteris paribus*.

$\hat{\lambda}_1H_1\hat{D}_1\Delta T = T_1$, representa la parte del cambio total en las emisiones que se debe al cambio en la escala, en condición de *ceteris paribus*.

Forma Polar 2:

$$\Delta\Omega^g = \Delta\hat{\lambda}H_1\hat{D}_1T_1 + \hat{\lambda}_0\Delta H\hat{D}_1T_1 + \hat{\lambda}_0H_0\Delta\hat{D}T_1 + \hat{\lambda}_0H_0\hat{D}_0\Delta T \text{ tal que:}$$

$$\Delta\hat{\lambda}H_0\hat{D}_0T_0 = I_2$$

$$\hat{\lambda}_1\Delta H\hat{D}_0T_0 = P_2$$

$$\lambda_1H_1\Delta\hat{D}T_0 = R_2$$

$$\lambda_1H_1\hat{D}_1\Delta T = T_2$$

De esta manera, teniendo los distintos componentes los mismos significados comentados anteriormente, en la Forma Polar 1, se parte de los valores iniciales de los factores (año 1999), y progresivamente se incluyen los factores con valores del año 2015. En la forma

polar 2, por tanto, está ocurriendo lo contrario, es decir, se parte de los valores finales, y, progresivamente, se incluyen los valores iniciales.

Una vez descompuesto el cambio en las emisiones según las dos formas distintas, se calculará la media entre ambas para después determinar el peso de cada componente en la variación de las emisiones de CO₂:

$$\Delta\Omega^g = \frac{(I_1+I_2)}{2} + \frac{(P_1+P_2)}{2} + \frac{(R_1+R_2)}{2} + \frac{(T_1+T_2)}{2} \text{ tal que:}$$

$$\frac{(I_1 + I_2)}{2} = I$$

$$\frac{(P_1 + P_2)}{2} = P$$

$$\frac{(R_1 + R_2)}{2} = R$$

$$\frac{(T_1 + T_2)}{2} = T$$

6. Análisis SDA y resultados

6.1 Análisis Descriptivo de los Patrones de Consumo

En primer lugar, vamos a empezar comentando cuales serían los sectores que mayor peso tienen en cada uno de los quintiles. En el primer quintil, es decir, en el de renta más baja, destaca el peso que tiene la “Administración pública”. Esto se produce especialmente en países que corresponden a la Europa del Este, tales como Rumania (representando hasta un 75%) o Polonia (con un 68'75%). También cabe destacar el peso del sector de la “Construcción” en Malta, así como en Reino Unido en este quintil. Además, es de importancia el sector “Alimentación y Bebidas” en este quintil, ya que, si observamos la evolución del mismo en los cinco quintiles, es en éste en el que adquiere mayor relevancia por el peso superior que le correspondería en la cesta de consumo de estos hogares. Analizando el grupo de hogares de renta medio-baja, vuelve a resaltar el sector de la “Administración pública”, de nuevo en Eslovaquia, pero también en países como Italia con un 50 % o la República Checa con un 65'48%. También es importante en el quintil de renta media, de renta media-alta, así como, de renta alta, por lo que, podemos observar que este sector adquiere un mayor peso en los quintiles según las características económicas propias de los países.

Por último, evaluando los hogares de renta más alta, además de la importancia que la “Administración Pública” tiene en países del centro de Europa tales como Bélgica, Países Bajos o Francia, destacan otros sectores como la “Madera y Papel”, especialmente en varios casos de países de la Europa del Este como Polonia (33’05%) o Rumania (45%). Pero también en la Europa mediterránea, como es el caso de Italia con un 58’9% o de Grecia con 31’69%. También observamos que uno de los sectores que más se repite en este quintil, es el de los “Servicios financieros”, que tiene su relevancia en países como Malta o Suecia, entre otros. Por último, el sector de “Hostelería y Restauración”, también presenta un alto peso en este quintil en países como Letonia (32’73%), Estonia (32’75%) y Lituania (35’75%).

Al realizar un análisis sobre la evolución del peso de los quintiles en cada sector, se observa que la “Administración Pública” se desarrolla de forma diferente según el país en el que nos fijamos. De este modo, se observa que, en países de la Europa del Este, como Rumania o Polonia, han presentado una disminución del peso de la “Administración pública” en los quintiles más bajos. De igual forma, algunos países del centro de Europa como Dinamarca o Países Bajos, también presentan esta tendencia. No obstante, en países como Estonia y Portugal, el primer quintil habría presenciado un incremento de la “Administración pública” correspondiente al triple de su valor inicial o al doble, respectivamente. Por el contrario, se observa una evolución positiva en el quintil más alto de renta en países nórdicos, como sería el caso de Finlandia o Suecia, pero también en países como Dinamarca (en el cual el peso casi se ha triplicado) o Países Bajos (en el que también ha superado el doble de su peso inicial).

Los sectores correspondientes a los “Productos de metal” y “Otras manufacturas”, también han presenciado cambios significativos en el patrón de consumo. De esta manera, ha caído su peso en el primer quintil tanto en Letonia (caería en un 68’48%) o Luxemburgo (57’5%), entre otros. Mientras que, en estos mismos quintiles de renta baja, llegaría a aumentar su peso en países como Chipre (siendo el aumento en un 69’23%). Por su parte, el sector “Servicios financieros” se ha visto incrementado en los quintiles de renta baja de Dinamarca o Bélgica, entre otros; así como en los de renta alta en el caso de Eslovaquia o Finlandia. La “Construcción” ha aumentado su peso en el primer quintil en países tales como Rumania, Reino Unido y Hungría, mientras que ha caído en los quintiles de rentas más altas tanto en Hungría y Reino Unido.

6.2 Análisis de la Contaminación Directa y Embodied de la UE

Antes de realizar un análisis más detenido tanto de la contaminación directa como indirecta de los países de la UE, vamos a realizar un análisis descriptivo a través de unos gráficos, para sacar unas primeras conclusiones.



Gráfico 1: Efecto total de la variación de la Contaminación por países. Fuente: Elaboración Propia.

El Gráfico 1 muestra la variación porcentual del efecto total asociado a la contaminación generada por la demanda conjunta de los cinco tipos de hogares para cada país respecto al periodo inicial. Como se puede observar, el país que más ha reducido su contaminación respecto a la inicial, sería Dinamarca, con una disminución próxima al 30%, y seguida de cerca por Alemania. Por el contrario, destaca el gran aumento en el efecto total de Estonia, más de un 50%. También es de destacar el incremento de casi 30% de Luxemburgo.

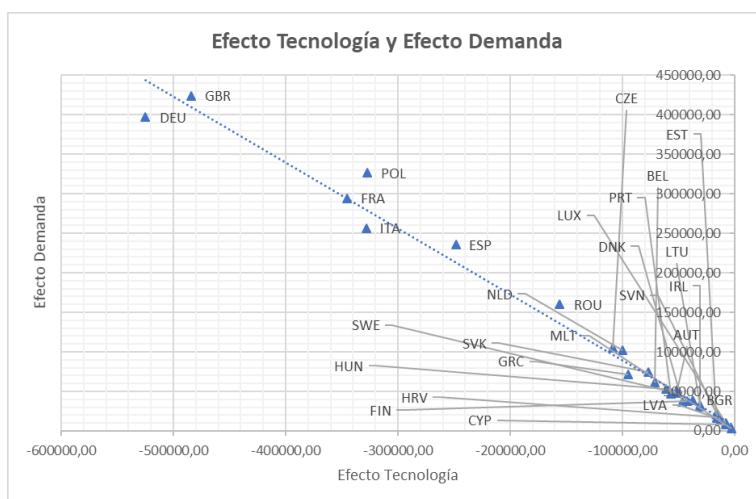


Gráfico 2. Efecto Tecnología y Efecto Demanda por Países. Fuente: Elaboración Propia.

Si evaluamos cómo se comportan los países ante el efecto tecnología (recogido en el efecto intensidad descrito anteriormente) y el efecto demanda (compuesto por el efecto

consumo, efecto hogares y efecto factor de escala), podemos analizarlo en el Gráfico 2, donde podemos observar una clara relación entre ambos efectos. De tal manera, que a mayor es el efecto demanda, menor es el efecto intensidad, es decir, que hay una mejora tecnológica que provoca la reducción de la cantidad de emisiones por producto. En este caso, observamos que la mayor reducción del efecto tecnología, así como el mayor aumento del efecto demanda se producen en Alemania y Reino Unido, pero como podemos observar, el efecto tecnología es mayor que el efecto demanda, de modo que finalmente permite una reducción en el efecto total, como ya observábamos en el anterior gráfico. En el caso de España, como podemos observar se observa un efecto de la tecnología de una reducción de 250.000 Gg/miles de \$ que permite una reducción en el efecto total, a pesar del aumento de la demanda de 235.000 Gg/miles de \$. En este apartado, analizaremos la causa de estas reducciones y aumentos del efecto total de los países.

6.2.1. Análisis Contaminación Directa (perspectiva de producción)

A continuación, vamos a realizar un análisis sobre qué productos son los que mayor y menor contaminación directa provocarían, pudiendo observar de qué país proceden. Consideramos contaminación directa aquella asociada a la demanda realizada por los distintos hogares de los países asociada a cada uno de los sectores (teniendo en cuenta el origen del sector demandado). Nos fijamos en los países que han tenido una disminución en su contaminación directa, analizando el efecto total. Los sectores de "Electricidad, Gas y Agua" y el de "Transporte" de Alemania, son los que mayor disminución han conseguido. En el caso del transporte, esta disminución se debe a la reducción del efecto intensidad y del efecto distributivo, destacando también en estas dos clasificaciones dentro de los 10 menos contaminantes. Se puede observar en el Gráfico 3, que el sector transporte tiene una disminución de su efecto total en varios países como Francia o Reino Unido, debiéndose en el caso francés, por ejemplo, a una fuerte disminución del efecto intensidad.

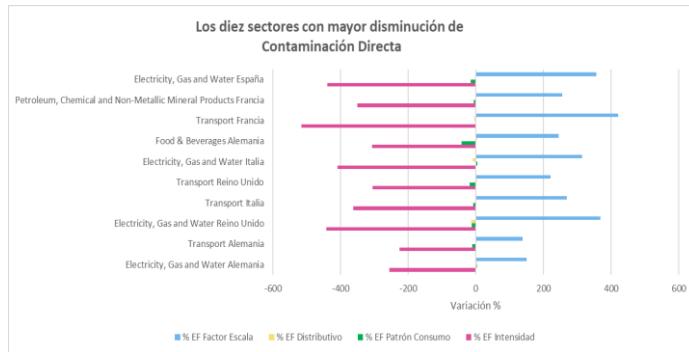


Gráfico 3. Clasificación de los 10 sectores con mayor disminución de su Contaminación Directa. Fuente: Elaboración Propia.

Por su parte, el sector eléctrico, ve reducido su efecto total por la disminución que tiene lugar en su efecto intensidad, pudiéndose deber a una mejora tecnológica de la producción. Este sector destaca también en otros países por la disminución de su efecto total. Entre estos, estaría Reino Unido, Italia y España. En el caso de Reino Unido, se debe de nuevo a una mejora en la tecnología que ha permitido que se reduzca la intensidad, pero, también, a una disminución en el efecto del patrón de consumo de estos bienes, así como, por el efecto distributivo. El sector eléctrico italiano, también se ha visto favorecido por el efecto intensidad, así como por el distributivo, mientras que en el español parece que la mayor relevancia cae únicamente en el efecto intensidad.

De Francia, destaca la disminución en el sector petrolero, siendo de nuevo el efecto intensidad el de mayor relevancia, representando un 350'38% de la participación en la reducción del efecto total. Como podemos observar, el principal responsable de los sectores y países que ven reducido su efecto total, es una mejora tecnológica, de tal manera que se produzca de forma más eficiente y sostenible, y que lleve a que el efecto intensidad de estos sectores, se vea reducido. Otros sectores que tienen grandes reducciones en emisiones pertenecen a Polonia y República Checa, entre otros países. Cabe destacar, que igual hubiéramos esperado que en estas clasificaciones apareciesen más países nórdicos, al ser considerados países poco contaminantes, sin embargo, vemos que únicamente aparece el sector financiero finlandés, cuya reducción se debe principalmente al efecto distributivo.

Como hemos podido ver, la gran mayoría de las disminuciones en el efecto total, se deben gracias a la reducción que ha habido en el efecto intensidad, es decir, en la mejora tecnológica de tal manera que los productos son menos contaminantes.

Nos fijamos en la otra cara de la moneda, y por tanto vamos a analizar los sectores que han tenido un mayor aumento en su contaminación. Hay que tener en cuenta, que, en nuestros análisis, estamos considerando el consumo que realizan los distintos hogares, no solo de su producción nacional, sino también del resto de países del mundo. De este modo, como observamos en el Gráfico 4, sin gran sorpresa, los dos países que más se repiten, en cuanto a un aumento de la contaminación directa de su producción, son productos procedentes de China e India que importan los países de la UE. Estos países han adquirido una gran relevancia en los últimos años por su gran producción y por la forma de obtenerla.

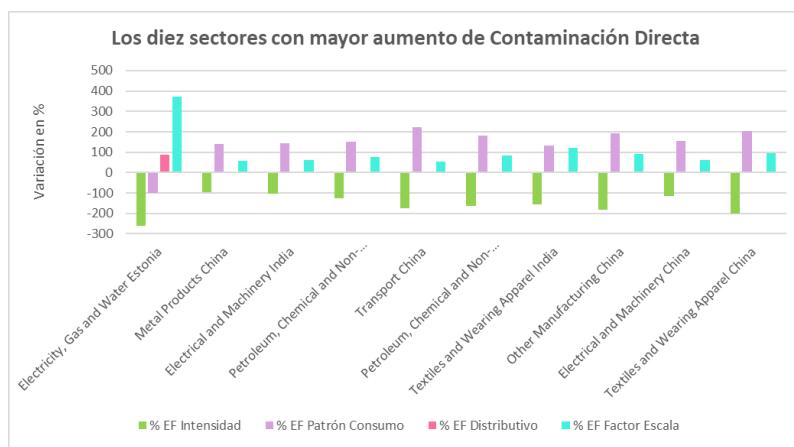


Gráfico 4. Clasificación de los 10 sectores con mayor aumento de Contaminación Directa. Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, de India encontramos a los sectores "Eléctrica y Maquinaria"; "Petróleo, químico y materiales no metálicos minerales" y "Textil", mientras que, en China, destacan los sectores de "Productos metálicos", "Transporte", "Textiles", entre otros. En todos ellos, este incremento, se ha producido por el aumento del efecto del patrón de consumo. Ante el brutal crecimiento que tuvieron estos dos países en los años 90, esto hizo que la clase media adquiriera una gran importancia, y unido al crecimiento de la población de estos países, el consumo aumentó, por lo que probablemente, sea esto lo que esté detrás de este efecto. Aparecen varios sectores rusos como el "Transporte" o la "Minería y Extracción", entre otros, cuando analizamos el aumento en el efecto del patrón de consumo. En el efecto intensidad, destacan sectores pertenecientes a países africanos como Marruecos y Zimbabue.

En términos generales, hemos podido observar, que los efectos que han tenido mayor relevancia en el incremento del efecto total de estos sectores, han sido el efecto en el

patrón de consumo, por la mayor demanda de los mismos, así como, el efecto del factor escala.

6.2.2. Análisis Contaminación Embodied (perspectiva de demanda)

Consideramos los efectos de la contaminación embodied, asociando a la misma la contaminación que generaría la demanda que llevaría a cabo cada uno de los quintiles, es decir, incorporando a cada sector que compone su cesta de consumo. De esta manera, en las disminuciones de las emisiones embodied que se incorporaron en el consumo realizado por los quintiles de los distintos países, encontramos lo siguiente. Como se observa en Gráfico 5, los quintiles de Alemania, aparecen como los que mayor disminución del efecto total de emisiones embodied han producido. Esto se debe al efecto intensidad, especialmente en los quintiles de renta alta y renta media-alta. En el caso del quinto quintil de Alemania, también se debe a un descenso del efecto distributivo, el cual representaría el 38'74% del efecto total que se ha producido en dicho quintil.

En el caso de Reino Unido, las disminuciones ocasionadas en sus quintiles son por la reducción en el efecto intensidad, mientras que, en Italia, el primer y segundo quintil disminuyen sus emisiones por la reducción del efecto redistributivo.

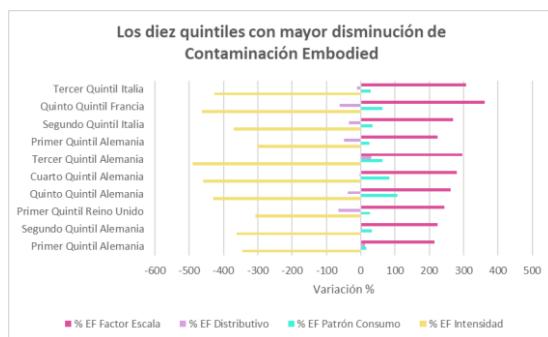


Gráfico 5. Los 10 quintiles con mayor disminución de Contaminación Embodied. Fuente: Elaboración Propia

El caso del tercer quintil italiano, la disminución se ha debido al efecto intensidad, representando un 425'64%. Por otro lado, el quinto quintil francés destaca por la reducción causada por el efecto distributivo, mientras que, en el primer quintil griego, lo hace la disminución del efecto del patrón de consumo. En el caso del factor escala, destacan los quintiles pertenecientes a Malta y Chipre.

A continuación, vamos a analizar qué quintiles son los más contaminantes desde el punto de vista embodied, es decir, por las emisiones que producen directa e indirectamente por las materias primas que incorporan los productos que consume cada quintil. Vemos en el

Gráfico 6, que el que mayor contaminación produce su consumo, es el cuarto quintil de Rumania, por su efecto escala, seguidos del primer y segundo quintil de Estonia, por la misma razón. En el cuarto quintil de Países Bajos, es importante tanto el efecto escala, así como, el patrón de consumo. Por su parte, en el primer, segundo, tercer y quinto quintil de Chipre, hay una disminución de la intensidad de emisiones, al igual que en Malta.

En el caso del patrón de consumo, el mayor aumento se da en el quinto quintil de Alemania, si bien este efecto no logra que el total sea positivo, ya que se ve contrarrestado tanto por el efecto intensidad, así como el distributivo, ambos de signo negativo. Esto mismo podemos ver que tiene lugar en el cuarto quintil de este país, así como, en el cuarto y segundo quintil de Reino Unido. En el caso del efecto distributivo, vemos que Reino Unido sería el que mayor efecto tiene. No obstante, no consigue provocar un aumento total de la contaminación al verse contrapuesto por el efecto intensidad, ocurriendo lo mismo en el quinto quintil de Italia. En el caso de Grecia, el efecto distributivo no provoca el incremento del efecto total gracias al efecto intensidad, así como el patrón de consumo. En el efecto escala, a parte de los ejemplos nombrados anteriormente, destaca especialmente el aumento que tiene en los quintiles de Reino Unido. Sin embargo, no consigue en ninguno de los casos que el efecto total llegue a ser positivo.

Se observa, que también en la contaminación embodied, la reducción se lleva a cabo principalmente por la mejora tecnológica que provoca una reducción en el efecto intensidad. En esta ocasión, el efecto total se ha determinado por el efecto del factor escala, que, en cada uno de los casos, ha conseguido superar al efecto intensidad.

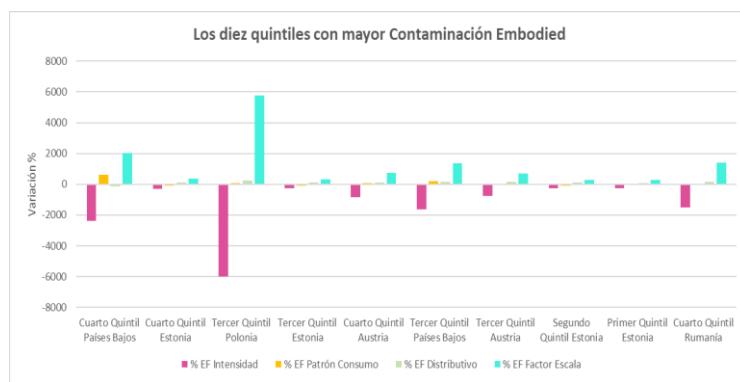


Gráfico 6. Los 10 quintiles con mayor aumento de Contaminación Embodied. Fuente: Elaboración Propia

Analizamos, a través de la Tabla 1 algunos de los países, para ver cuáles de sus sectores han incrementado la contaminación asociada a la demanda de los hogares del país. Estudiamos el caso de Rumania, al ser el país que mayor aumento de emisiones presenta. Podemos observar que los sectores que han tenido un mayor aumento de las emisiones

asociadas a la demanda de los hogares rumanos para cada sector, son “Comercio al por mayor” que ha aumentado casi un 26% respecto a su valor inicial, y “Educación, Salud y Otros Servicios” con un 20’35%. En el primero, podemos ver una fuerte reducción del efecto intensidad (1040’44%) que se contrarresta con el factor de escala (aumenta 1123’62%). Lo mismo ocurre en el otro sector. En el caso de mayores disminuciones, destaca “Hogares Privados” con una reducción de 87’90% causada por una disminución en el efecto intensidad (164’59%) y el efecto patrón de consumo (215’33 %).

Tabla 1. Variación de la contaminación generada por la demanda final de los hogares de Rumanía, Alemania y España, así como su descomposición por efectos. Fuente: Elaboración Propia

RUMANÍA	E. Total 1999	E. Total 2015	Variación % E. Total	Aumento E. Total	E. Inten	E. Consumo	E. Distr.	E. Escala	% E. Inten	% E. Consumo	% E. Distr.	% E. Escala
Wholesale Trade	1427,40	1797,13	25,90%	369,74	-3846,93	32,85	29,38	4154,45	-1040,44	8,88	7,95	1123,62
Education, Health and Other Services	983,95	1184,23	20,35%	200,27	-2602,47	-48,12	9,64	2841,22	-1299,46	-24,03	4,81	1438,67
Textiles and Wearing Apparel	467,69	554,67	18,60%	86,98	-1260,13	-8,13	8,16	1347,09	-1448,69	-9,34	9,38	1548,65
Agriculture	3863,74	4579,88	18,53%	716,14	-10104,96	-229,06	-77,57	11127,72	-1411,03	-31,99	-10,83	1553,85
Post and Telecommunications	330,99	384,28	16,10%	53,29	-849,30	-54,15	6,82	949,92	-1593,76	-101,62	12,81	1782,57
Retail Trade	86,22	96,62	12,07%	10,41	-234,78	-2,59	1,78	246,00	-2255,71	-24,91	17,09	2363,53
Petroleum, Chemical and Non-Metallic N	8498,71	9478,10	11,63%	988,39	-26565,02	3125,14	194,29	24233,98	-2687,70	316,18	19,66	2451,86
Other Manufacturing	628,25	700,98	11,58%	72,73	-1782,71	66,60	-2,47	1791,31	-2451,13	91,57	-3,40	2462,96
Transport	6225,26	6806,33	9,33%	581,02	-16839,49	-434,85	163,22	17692,18	-2898,03	-74,84	28,09	3044,78
Financial Intermediation and Business Act	5255,43	5654,35	7,59%	398,92	-14275,95	-177,10	-46,05	14898,02	-3578,65	-44,40	-11,54	3734,59
Electrical and Machinery	430,63	453,06	5,21%	22,43	-1216,39	-4,00	26,31	1216,50	-5423,46	-17,84	117,33	5423,98
Re-export & Re-import	0,00	0,00	2,64%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5175,47	-5314,98	-81,62	1067,08
Food & Beverages	10475,73	10482,35	0,06%	6,62	-28993,83	-185,85	-184,12	29370,42	-438258,93	-2809,30	-2783,06	443951,30
Hotels and Restaurants	1656,21	1634,95	-1,28%	-21,26	-4569,86	-100,58	14,95	4634,23	-2192,44	-473,02	70,32	21795,14
Wood and Paper	197,12	191,33	-2,94%	-5,79	-538,81	-29,49	12,29	550,21	-927,86	-508,90	212,10	9494,67
Construction	590,81	570,50	-3,44%	-20,31	-1510,30	-162,45	4,57	1647,87	-7436,22	-799,83	22,48	8113,57
Transport Equipment	713,75	678,28	-4,97%	-35,47	-1958,95	-81,39	18,62	1986,25	-5522,69	-229,45	52,49	5599,65
Maintenance and Repair	262,67	249,16	-5,14%	-13,51	-732,35	-20,47	8,52	730,79	-5421,74	-151,53	63,09	5410,18
Mining and Quarrying	13,12	12,36	-5,83%	-0,77	-36,23	-0,74	-0,26	36,47	-4735,57	-97,06	-33,88	4766,50
Metal Products	561,36	524,81	-6,51%	-36,55	-1555,49	-37,54	-2,13	1558,61	-4255,90	-102,70	-5,83	4264,43
Public Administration	0,00	0,00	-14,30%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1470,41	-513,14	-34,83	1918,39
Electricity, Gas and Water	10239,14	7256,45	-29,13%	-2982,69	-29961,56	-466,82	-25,41	27471,11	-1004,52	-15,65	-0,85	921,02
Fishing	29,00	16,94	-41,58%	-12,06	-102,78	14,97	-0,56	76,31	-852,35	124,12	-4,64	632,87
Recycling	0,00	0,00	-50,31%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-896,98	281,12	0,01	515,85
Others	0,00	0,00	-76,20%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-186,93	-236,92	-2,73	326,57
Private Households	0,00	0,00	-87,90%	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	-164,59	-215,33	2,32	277,60
ALEMANIA												
Private Households	0,02	0,03	61,08%	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	-5,22	1,17	0,25	103,79
Others	5,89	9,48	61,08%	3,60	-0,19	0,08	-0,03	3,73	-5,24	2,31	-0,87	103,79
Post and Telecommunications	5854,41	6932,09	18,41%	1077,68	-1950,55	-242,04	45,98	3224,29	-181,00	-22,46	4,27	299,19
Financial Intermediation and Business Act	33156,19	34706,98	4,68%	1550,79	-15592,44	-139,76	89,64	17372,63	-1005,45	-9,01	-5,78	1120,24
Recycling	0,00	0,00	1,86%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2353,61	-325,47	-11,90	2790,98
Public Administration	723,22	647,42	-10,48%	-75,80	-399,33	-36,67	2,65	357,56	-526,84	-48,38	3,49	471,72
Retail Trade	34960,48	30833,67	-11,80%	-4126,81	-20720,27	-853,78	253,08	17194,16	-502,09	-20,69	6,13	416,65
Education, Health and Other Services	23788,53	20729,45	-12,86%	-305,08	-13787,31	-719,51	-20,92	11650,65	-450,70	-23,52	-6,63	380,85
Maintenance and Repair	1535,29	1312,89	-14,49%	-222,40	-934,24	-26,07	-9,14	747,05	-420,07	-11,72	-4,11	335,90
Mining and Quarrying	1029,35	867,31	-15,74%	-162,04	-613,02	-55,85	8,48	498,35	-378,31	-34,47	5,24	307,55
Wholesale Trade	21364,43	16778,72	-21,46%	-4585,71	-13579,58	-1261,45	150,46	10104,86	-296,13	-27,51	3,28	220,36
Metal Products	3032,50	2329,06	-23,20%	-703,44	-1750,57	-373,75	3,17	1420,05	-248,86	-53,13	-0,45	202,44
Agriculture	5052,30	3808,68	-24,61%	-1245,61	-2789,99	-853,23	41,04	2358,57	-224,35	-68,61	3,30	189,65
Transport Equipment	26529,10	19791,40	-25,40%	-6737,70	-15593,04	-3298,34	-190,42	12344,10	-231,43	-48,95	-2,83	183,21
Wood and Paper	10220,26	7406,11	-27,54%	-2814,15	-6171,25	-1335,44	-20,38	4712,92	-219,29	-47,45	-0,72	167,47
Petroleum, Chemical and Non-Metallic N	26257,82	18984,97	-27,70%	-7272,85	-16669,71	-2710,76	7,57	12100,06	-229,20	-37,27	0,10	166,37
Food & Beverages	44939,93	31972,87	-28,85%	-12967,05	-26845,66	-7077,21	348,07	2067,04	-207,03	-54,58	2,68	158,92
Construction	20000,01	14122,21	-29,39%	-587,79	-1286,57	-227,18	10,93	915,04	-218,88	-38,65	1,86	155,67
Electricity, Gas and Water	18188,07	125905,97	-30,78%	-55881,10	-141346,81	-1406,97	1234,74	82724,01	-252,49	2,51	2,21	147,77
Other Manufacturing	8295,48	5724,94	-30,99%	-2570,54	-4491,68	-1840,80	-7,54	3769,48	-174,74	-71,61	-0,29	146,64
Hotels and Restaurants	21920,99	14757,90	-32,68%	-7163,10	-13116,69	-3900,66	-34,44	9889,68	-183,11	-54,45	-0,48	138,05
Textiles and Wearing Apparel	8310,64	5522,09	-33,55%	-2788,55	-3897,19	-2635,12	9,00	3734,76	-139,76	-94,50	0,32	133,93
Electrical and Machinery	5866,41	3689,65	-37,11%	-2176,76	-2857,30	-1931,34	16,18	2595,70	-131,26	-88,73	0,74	119,25
Fishing	67,37	40,90	-39,30%	-26,47	-40,89	-15,64	0,53	29,52	-154,45	-59,08	2,02	111,51
Transport	90582,23	54585,57	-39,74%	-35996,65	-66649,38	-8342,25	74,90	49614,43	-185,15	-23,18	-1,72	110,05
Re-export & Re-import	0,00	0,00	-52,29%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-109,51	-68,71	-0,74	78,96
ESPAÑA												
Others	0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Metal Products	87,25	321,93	268,95%	234,67	-299,75	377,07	0,02	157,32	-127,73	160,68	0,01	67,04
Re-export & Re-import	0,00	0,00	144,91%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,29	-86,70	0,20	99,22
Electrical and Machinery	1076,15	1657,08	53,98%	580,93	-1724,21	1046,63	-0,57	1259,08	-296,80	180,16	-0,10	216,74
Mining and Quarrying	24,12	33,40	38,49%	9,28	-52,99	35,38	-0,22	27,11	-570,90	381,14	-2,35	292,10
Wood and Paper	1815,44	2344,58	29,15%	529,15	-2516,37	1046,56	7,70	1991,25	-475,55	197,78	1,45	376,32
Petroleum, Chemical and Non-Metallic N	14092,37	15183,80	7,74%	1091,44	-21120,52	7652,31	-9,27	14568,92	-1935,11	701,12	-0,85	1334,84
Agriculture	2408,68	2532,23	5,13%	123,55	-2516,52	189,27	-20,79	2471,58	-2036,88	153,20	-16,83	2000,51
Education, Health and Other Services	8369,25	8125,38	-2,91%	-243,87	-8008,88	-634,22	9,67	8389,56	-3284,13	-260,07	3,97	3440,23
Financial Intermediation and Business Act	13416,94	12959,98	-3,47%	-465,96	-13713,39	254,88	74,90	13427,41	-2943,06	-54,70	16,07	2881,69
Wholesale Trade	7791,02	7354,73	-5,60%	-436,29	-914,12	943,04	-13,50	7748,30	-2089,02	216,15	-3,09	1775,96
Construction	2547,44	2340,75	-8,11%	-206,69	-2898,64	179,00	-1,66	2514,61	-1402,42	86,61	-0,80	1216,62
Transport Equipment	3772,54	3416,12	-9,45%	-356,41	-3807,55	-257,50	-0,47	3709,10	-1068,29	-72,25	-0,13	1040,67
Food & Beverages	19663,41	17804,37	-9,45%	-1859,04	-2074,76	-550,26	-166,40	19332,39	-1101,36	-29,60	-8,95	1039,91
Post and Telecommunications	29897,47	2668,06	-10,75%	-321,41	-3150,38	-93,71	5,04	2927,72	-980,17	-29,16	-1,57	910,90
Other Manufacturing	3140,07	2788,23	-11,20%	-351,84	-3178,74	-248,64	4,52	3071,02	-903,47	-70,67	1,28	872,86
Maintenance and Repair	323,55	284,77	-11,98%	-38,78	-235,52	-29,04	0,10	315,69	-839,50	-74,89	0,26	814,14
Textiles and Wearing Apparel	5687,88	4912,75	-13,63%	-77,13	-552,46	-763,65	-5,24	5522,22	-713,23	-98,52	-0,68	712,42
Hotels and Restaurants	20169,46	17055,34	-15,44%	-3114,11	-20826,41	-1770,21	8,12	19474,39	-668,78	-56,84	0,26	625,36
Retail Trade	8473,47	7149,03	-15,63%	-1324,45	-892,84	-557,41	-13,90	8176,71	-674,23	-42,09	-1,05</	

sector con mayor reducción (52'29%) debiéndose principalmente a la reducción del efecto intensidad (109'51%) y del efecto patrón de consumo (68'71%).

Para finalizar, estudiamos el caso de España. Se puede observar que el sector “Productos de Metal” es el de mayor aumento con un 268'95%, seguido del sector “Reexportación y Reimportación” con 144'91%. En el primero de ellos, destaca por su aumento el efecto patrón de consumo (160'68%) y el efecto intensidad por su reducción (157'32%). En el segundo, el factor escala tendría un peso explicativo mayor que el patrón de consumo, en lo referente al aumento del efecto total del sector. Por su parte, vemos que la mayor reducción, al igual que en Rumanía, es el “Hogares Privados” (81'38%), destacando la reducción en el efecto intensidad (173'44 %).

6.3. Análisis de Escenarios

Tras el análisis de los cambios procedentes desde 1999 a 2015, en este apartado, vamos a analizar los efectos de patrones de consumo más sostenibles y equitativos mediante el análisis de dos escenarios, un primer escenario que simula una distribución de la renta más equitativa, y otro escenario, que conlleva una reducción del consumo de transporte como consecuencia de medidas que fomenten la reducción del uso de transporte privado. Nos centraremos en los cambios en la contaminación generada por los hogares de cada país, respecto a nuestro último año analizado, es decir, el año 2015.

6.3.1. Escenario 1: Mayor Equidad Distributiva

En este escenario, vamos a tratar de analizar cuáles serían los efectos que tendría una mejora en la distribución de la renta en todos los países de la UE, de tal manera, que haya una mayor equidad. Para ello, se simula una reducción del 30% en los quintiles de los extremos de la renta, es decir, en el primer y quinto quintil de renta que recogen los grupos de menor y mayore renta. Esta reducción de renta se reparte entre el resto de quintiles de renta de forma ponderada según su peso en el total de los restantes. En la Tabla 2 se muestran los resultados en comparación con la situación anterior en 2015.

Se puede observar en la Tabla 2, que, a excepción de Bulgaria, Grecia y Luxemburgo, los países disminuyen sus emisiones totales generadas por el consumo de los cinco quintiles. No obstante, las reducciones son tan pequeñas, que parece que la política ha tenido un carácter más bien neutral. De este modo, es en el caso de Italia, en el que se da una mayor disminución, siendo de 0'95%. Se observa que es en Bulgaria donde la distribución de la renta ha repercutido en mayor medida en los quintiles de renta media, al igual que en Grecia. En Italia, aun siendo el país en el que más se ha reducido la contaminación,

también observamos un incremento superior de la contaminación asociada a sus quintiles de renta media, que en otros países.

Tabla 2. Efecto Total de la Variación de Contaminación ante una Política Redistributiva. Fuente: Elaboración Propia

	TOTAL		TOTAL
BÉLGICA	-0,59%	LITUANIA	-0,32%
BULGARIA	0,20%	LUXEMBURGO	0,04%
REPÚBLICA CHECA	-0,56%	HUNGRÍA	-0,85%
DINAMARCA	-0,46%	MALTA	-0,58%
ALEMANIA	-0,59%	PAÍSES BAJOS	-0,54%
ESTONIA	-0,93%	AUSTRIA	-0,30%
IRLANDA	-0,42%	POLONIA	-0,44%
GRECIA	0,48%	PORTUGAL	-0,32%
ESPAÑA	-0,35%	RUMANIA	-0,73%
FRANCIA	-0,68%	ESLOVENIA	-0,65%
CROACIA	-0,86%	ESLOVAQUIA	-0,48%
ITALIA	-0,95%	FINLANDIA	-0,19%
CHIPRE	-0,74%	SUECIA	-0,35%
LETONIA	-0,49%	REINO UNIDO	-0,13%

En el caso de Italia, los sectores que han aumentado sus emisiones, son en su gran mayoría, sectores italianos (a excepción del textil de China), como vemos en Tabla 3. De este modo, destaca el sector "Electricidad, Gas y Agua" con un aumento de 540'52 Gg/miles de \$, así como el sector "Petróleo, Químicos y Productos no metálicos minerales" (256 Gg/miles de \$), siendo en ambos, el mayor responsable de sus emisiones, el consumo realizado por el segundo quintil. Las mayores disminuciones de contaminación directa se producen en el sector financiero, así como en el de transportes. Ambos, se deben principalmente a la reducción que hemos realizado en el quinto quintil, ya que es en este tipo de hogares, donde estos dos sectores cobran un mayor peso en la cesta de consumo como habíamos mostrado previamente.

Tabla 3 Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda italiana. Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
ITA	Post and Telecommunications	-277,61	166,45	147,96	135,63	-143,28	29,15
ITA	Construction	-153,37	103,61	95,70	87,39	-88,46	44,87
CHN	Textiles and Wearing Apparel	-127,71	113,57	131,88	142,87	-215,52	45,09
ITA	Other Manufacturing	-221,37	152,40	228,60	228,60	-332,05	56,17
ITA	Food & Beverages	-1325,78	763,99	691,09	612,36	-639,59	102,07
ITA	Wholesale Trade	-979,72	587,44	522,17	478,66	-505,66	102,88
ITA	Retail Trade	-1571,23	942,11	837,43	767,64	-810,96	165,00
ITA	Textiles and Wearing Apparel	-584,19	519,47	603,26	653,53	-985,82	206,26
ITA	Petroleum, Chemical and Non-Metallic Mineral Products	-1660,90	1143,41	980,07	980,07	-1186,36	256,29
ITA	Electricity, Gas and Water	-3926,55	2372,77	2192,56	1952,28	-2050,53	540,52

Evaluamos el caso de Grecia en la Tabla 4, ya que era el país en el que mayor aumento se daba de las emisiones. En el caso de los mayores aumentos generados, se producen en sectores nacionales. Entre estos sectores, destaca principalmente "Electricidad, Gas y Agua" que disminuye en gran medida por la reducción generada en el primer quintil, y también, el sector "Transporte", en el que resalta la disminución propia del quinto quintil. Se puede observar, que el primer quintil habría tenido gran relevancia en el sector de la "Electricidad, Gas y Agua", mas, sin embargo, no habría sido capaz de disminuir las emisiones generadas por este sector. Por su parte, el quinto quintil, habría colaborado en la reducción de las emisiones generadas por el sector "Transporte", si bien, no habría logrado la reducción de las emisiones generadas por el sector, por el aumento del cuarto quintil.

Tabla 4. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda griega. Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
GRC	Maintenance and Repair	-12,92	30,88	41,17	25,73	-45,22	39,63
GRC	Education, Health and Other Services	-121,81	108,22	106,98	114,44	-160,85	46,99
GRC	Agriculture	-126,92	96,87	93,11	84,17	-86,78	60,44
GRC	Petroleum, Chemical and Non-Metallic Mineral Products	-242,35	193,05	289,57	193,05	-363,53	69,78
GRC	Retail Trade	-133,42	106,27	109,23	112,18	-118,59	75,67
GRC	Hotels and Restaurants	-461,30	325,21	346,33	384,34	-498,41	96,17
GRC	Wholesale Trade	-189,60	151,03	155,22	159,42	-168,53	107,53
GRC	Food & Beverages	-325,04	241,59	233,89	216,56	-223,54	143,45
GRC	Transport	-475,11	488,55	578,00	688,09	-1079,80	199,73
GRC	Electricity, Gas and Water	-1088,47	841,77	715,51	656,58	-644,63	480,76

Por último, observamos qué ocurre con España en la Tabla 5. El sector "Transporte" destaca por la reducción del primer y quinto quintil, si bien, esto no logra compensar el aumento de emisiones generadas por el resto de quintiles ante la nueva distribución de la renta. El "Comercio al por mayor" destaca por el aumento de las emisiones generadas

por el segundo quintil (319'70 Gg/miles de \$), mientras que “Hoteles y Restauración” lo hace por el cuarto quintil.

Tabla 5. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda española. Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
ESP	Transport Equipment	-165,24	129,25	132,94	152,63	-233,93	15,65
ESP	Wood and Paper	-103,44	82,29	82,29	123,44	-165,50	19,09
ESP	Post and Telecommunications	-180,23	115,98	108,95	101,92	-127,22	19,39
DEU	Re-export & Re-import	-43,16	34,34	45,78	34,34	-51,79	19,51
ESP	Electrical and Machinery	-89,23	76,06	67,61	67,61	-89,23	32,82
CHN	Electrical and Machinery	-115,30	98,28	87,36	87,36	-115,30	42,41
ESP	Retail Trade	-482,91	310,75	291,92	273,09	-340,88	51,97
ESP	Hotels and Restaurants	-641,09	577,41	689,69	793,94	-1366,85	53,10
ESP	Wholesale Trade	-496,81	319,70	300,32	280,94	-350,69	53,46
ESP	Transport	-1335,81	1044,85	1074,71	1233,92	-1891,15	126,52

6.3.2. Escenario 2: Reducción del Sector Transporte en el Patrón de Consumo

En esta ocasión, realizamos un escenario basado en un cambio en el patrón de consumo, en concreto, en el sector transportes, al ser uno de los sectores que más contaminación genera. Con este escenario, principalmente esperamos que la reducción del consumo de este sector por parte del quinto quintil, debido al peso que tiene en este grupo de hogares, provoque una reducción de las emisiones, ya que, al disminuir el uso del transporte privado, se espera que también se reduzcan otros sectores como el petrolero y químico.

En este escenario, al igual que en el anterior, simulamos que se reduce el uso del transporte en un 60%, repartiendo esa reducción entre el resto de sectores según la ponderación que tenían respecto al total de los mismos.

Una vez obtenida el nuevo patrón de consumo, al igual que en el escenario anterior, procederíamos al cálculo de la nueva tabla de emisiones, esta vez, utilizando el efecto intensidad, el efecto distribución y el efecto factor de escala, correspondientes al año 2015, y, además, el efecto producido por nuestro nuevo patrón de consumo.

Como se puede observar en el Gráfico 8, el país que más reduce las emisiones asociadas a la demanda final de los países, sería Reino Unido con una disminución de, prácticamente 39000 Gg/miles de \$. Podemos observar, que, en el caso de España, estaría en la quinta posición de países con una mayor reducción de las emisiones. Malta, sería el país que tendría una menor reducción, concretamente de 197'1662 Gg/miles de \$.

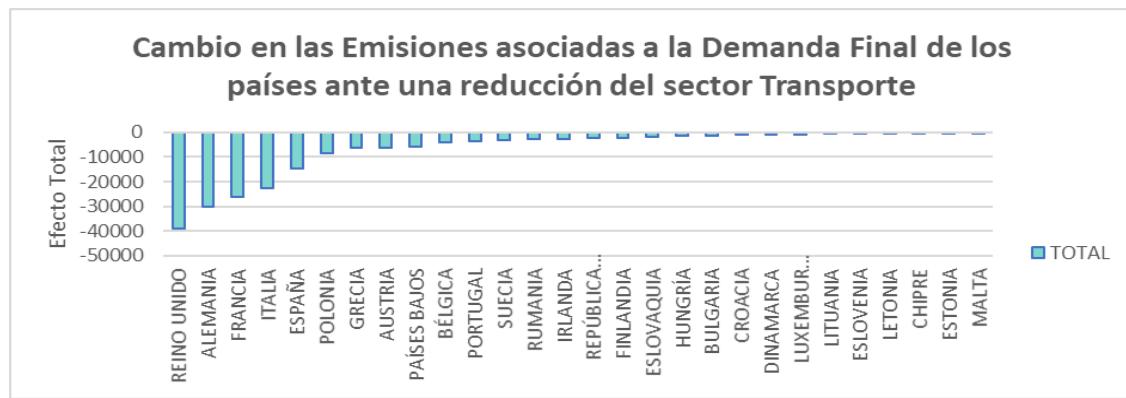


Gráfico 7. Cambio en las emisiones asociadas a la Demanda Final de los países ante una reducción del sector transporte. Fuente: Elaboración Propia

En la gran mayoría de países, la mayor parte de esa reducción viene dada por la disminución que se produce en las disminuciones generadas por el quinto quintil, como era de esperar. Hay que recordar que es en los sectores de renta alta dónde mayor peso adquiere el sector transporte como se muestra en Duarte et al. (2019). Es por ello, que también encontramos, que, en países como Francia, Bélgica, Suecia, Chipre y Estonia, es el quintil de renta media-alta que mayor reducción genera.

A continuación, vamos a analizar a algunos de los países que más han destacado en lo comentado en los párrafos anteriores. En primer lugar, analizamos el caso de Reino Unido ya que es el país con mayor disminución de emisiones. Observando la Tabla 6 vemos que el sector que mayor aumento tiene de emisiones, con gran diferencia, es el de "Electricidad, Gas y Agua" con 3003'09 Gg/miles de \$ de aumento en sus emisiones. Con aumentos menores, le siguen el sector "Servicios financieros", el de "Comercio al por menor" y "Comercio al por mayor", entre otros.

Tabla 6. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda inglesa ante una reducción del sector "Transporte". Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
GBR	Maintenance and Repair	24,97	48,17	43,33	67,83	70,31	254,61
GBR	Petroleum, Chemical and Non-Metallic Mineral Products	29,78	59,24	56,85	104,69	108,52	359,07
GBR	Transport Equipment	29,78	59,25	67,02	109,18	121,11	386,34
GBR	Education, Health and Other Services	46,73	67,62	81,11	108,30	201,29	505,06
GBR	Food & Beverages	95,56	114,47	102,01	124,64	117,96	554,63
GBR	Hotels and Restaurants	48,56	91,83	105,29	161,24	186,80	593,71
GBR	Wholesale Trade	82,67	123,80	108,62	159,40	131,22	605,71
GBR	Retail Trade	105,24	157,59	138,26	202,91	167,03	771,02
GBR	Financial Intermediation and Business Activities	110,35	146,36	280,90	193,99	201,09	932,70

En el caso de Malta, viendo la Tabla 7, a la hora de ver que sectores generan más emisiones, observamos que son el sector de la "Electricidad, Gas y Agua" con un aumento de 22'13 Gg/miles de \$, el sector "Hostelería y Restauración" con 17'06 Gg/miles de \$, y

el "Alimentación y Bebidas" con 10'37 Gg/miles de \$. En los tres, los cinco quintiles tienen un peso similar en la responsabilidad de generar emisiones. En el caso de que sectores generan menos emisiones, tras el sector "Transporte", encontramos al sector "Reexportación y Reimportación", así como el de "Minería y Extracción", entre otros, siendo que los cinco quintiles tienen un aumento similar en las emisiones que generan.

Tabla 7. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda maltesa ante una reducción del sector "Transporte". Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
MLT	Post and Telecommunications	0,660678254	0,789823814	0,88805834	0,896257001	0,910042053	4,144859461
MLT	Retail Trade	0,699326599	0,836026913	0,940007961	0,948686227	0,963277677	4,387325376
MLT	Other Manufacturing	0,505636827	0,668479104	1,135783378	0,921109071	1,175090818	4,406099197
MLT	Wood and Paper	0,331820332	0,621469483	0,885102206	1,208941681	1,652452361	4,699786062
MLT	Education, Health and Other Services	0,696319614	0,938741198	1,054740731	1,237873195	1,216717412	5,14439215
MLT	Textiles and Wearing Apparel	0,978740196	1,096260845	1,969479455	2,253453925	2,491200611	8,789135032
MLT	Financial Intermediation and Business Activities	1,134262754	1,249630351	1,592393882	1,721887556	3,765722967	9,46389751
MLT	Food & Beverages	1,936529819	2,081460706	2,207166227	2,120331443	2,027335228	10,37282342
MLT	Hotels and Restaurants	2,155036239	2,580682897	3,727015867	3,982684365	4,614240147	17,05965951
MLT	Electricity, Gas and Water	4,588065651	4,611327899	4,520136899	4,276750634	4,142105552	22,13838663

En el caso de España, vemos en la Tabla 8 que los sectores que más emisiones provocan, son "Electricidad, Gas y Agua" con un aumento de 615'84 Gg/miles de \$, así como el de "Alimento y Bebida" con 404'50 Gg/miles de \$, entre otros. En ambos casos se debe principalmente por el quintil de renta media-baja. Dentro de los sectores españoles, el que menos aumento de emisiones genera es la "Administración Pública", por el menor aumento tanto en renta alta como renta medio-alta y renta baja. También destaca el sector del "Reciclaje" en el que los cinco quintiles tienen una responsabilidad similar en el aumento de las emisiones.

Tabla 8. Los sectores de mayor contaminación asociados a la demanda española ante una reducción del sector "Transporte". Fuente: Elaboración Propia.

		Primer Quintil	Segundo Quintil	Tercer Quintil	Cuarto Quintil	Quinto Quintil	Total directa
ESP	Transport Equipment	11,10	15,94	15,08	19,68	16,29	78,10
ESP	Textiles and Wearing Apparel	17,50	22,65	22,51	27,00	22,38	112,04
ESP	Retail Trade	32,45	38,32	33,12	35,21	23,74	162,85
ESP	Wholesale Trade	33,39	39,42	34,08	36,23	24,43	167,54
ESP	Education, Health and Other Services	25,79	37,31	39,02	42,56	40,46	185,15
ESP	Financial Intermediation and Business Activities	43,52	26,47	48,72	55,36	112,76	286,82
ESP	Petroleum, Chemical and Non-Metallic Mineral Products	61,22	74,48	68,54	77,88	63,46	345,58
ESP	Hotels and Restaurants	43,08	71,20	78,26	102,37	95,21	390,12
ESP	Food & Beverages	87,14	94,82	79,20	84,92	58,42	404,50
ESP	Electricity, Gas and Water	125,95	140,14	122,08	128,96	98,71	615,84

7. Conclusiones

El mundo se encuentra en un punto de inflexión ante la problemática que las consecuencias del cambio climático están teniendo en el planeta. Nuestra forma de producir, así como de consumir conlleva a que generemos una serie de emisiones que

afectan a la atmósfera, a los seres vivos, y, en consecuencia, también a nuestra salud. Los distintos niveles de renta de los hogares, así como los estilos de vida que llevan a cabo, producen distintos niveles de emisiones, como hemos podido comprobar en el trabajo.

De esta forma, veíamos como hay ciertos sectores que son más relevantes para cada nivel de renta. Así, se observaba como el sector “Madera y Papel” tenía un peso importante en el quinto quintil al igual que “Servicios financieros”, entre otros. Por el contrario, era el sector de la “Administración Pública” así como el sector “Comida y Bebida”, de los que más destacaban en el primer quintil. Se observaba también el escaso peso que tenía el sector “Transporte” en el primer quintil, ya que como se ha comentado anteriormente, es un sector que suele destacar por el peso que tendría en los hogares de renta alta.

Por otro lado, veíamos que el sector de la “Administración Pública” había tenido distinta evolución según el país en el que nos fijáramos en todo el periodo de estudio. Esto mismo, es lo que encontrábamos al ver qué ocurría con el sector de “Metal y otras manufacturas”.

Llevábamos a cabo en análisis de descomposición estructural y encontrábamos resultados significativos. En primer lugar, se observaba que la mayor disminución de contaminación asociada a la demanda final de los hogares tenía lugar en Dinamarca, seguida por Alemania. Veíamos también, que tanto Reino Unido como Alemania, tenían un fuerte efecto tecnología negativo, que conseguía vencer al efecto positivo que provocaba la demanda. A la hora de analizar la contaminación directa, se veía que los efectos que mayor relevancia tenían era el efecto intensidad y el efecto del factor escala, si bien, el más interesante era el primero de los dos. En ese punto, veíamos que era el sector “Transporte” el que en un gran número de países había obtenido de las mayores disminuciones en las emisiones directas de CO₂, aunque, también era de destacar el sector de la “Electricidad, gas y agua”. Por el contrario, el efecto patrón de consumo junto al efecto intensidad adquirían gran importancia a la hora de determinar qué sectores eran los que habían aumentado en mayor medida su contaminación directa. Así, podíamos destacar el caso del “Sector Textil” procedente de China y de India, así como el sector del “Petróleo, químicos y materiales no metálicos minerales”.

Por otro lado, cuando analizábamos la contaminación embodied, veíamos que todos los quintiles pertenecientes a Alemania, eran de los tipos de hogares menos contaminantes. Por el contrario, dentro de los quintiles que más contaminaban serían en gran parte provenientes de Estonia, si bien destacaba el cuarto quintil de Rumanía. Al analizar el

caso de España, se observaba que el sector “Productos de Metal” es el que presentaba mayor aumento de la contaminación asociada a los sectores por la demanda final de los hogares, siendo la principal causa el efecto de patrón de consumo. Por su parte, “Hogares Privados” era el sector de mayor disminución gracias al efecto intensidad.

Planteábamos dos posibles escenarios. En el primero de ellos, buscábamos una mayor equidad distributiva, de tal manera que reducíamos en un 30% la renta recibida por los hogares extremos, y la repartíamos entre el resto. De este modo, obteníamos que, en países como Italia, Estonia y Hungría, era donde esta política provocaba una mayor disminución del número de emisiones totales producidas, mientras que era en Grecia, Bulgaria y Luxemburgo, donde se daba un aumento. En el caso de España, el sector “Transporte” destaca por la reducción del primer y quinto quintil, si bien, esto no logra compensar el aumento de emisiones generadas por el resto de quintiles ante la nueva distribución de la renta.

En el segundo escenario, teníamos como objetivo un cambio en el patrón de consumo de tal forma que se redujera el uso del transporte, teniendo como fin último, una disminución de las emisiones. De esta forma, se reducía un 60% el uso del transporte, afectando en mayor medida al quinto quintil que es el que mayor consumo hace del mismo. Así, obteníamos que las mayores reducciones de emisiones se darían en Reino Unido, Alemania y Francia, mientras que las de menor reducción serían Malta, Estonia y Chipre. En el caso de España, en este escenario observábamos que los sectores que mayores emisiones generarían debido a este cambio de escenario, sería “Alimento y Comida” así como “Hostelería y Restauración”.

El análisis llevado a cabo en este estudio, demostraría, en primer lugar, que los patrones de consumo de los países pertenecientes a la UE son distintos entre sí, y tienen evoluciones a veces contrarias entre los mismos. Las mayores disminuciones en emisiones, normalmente suelen darse en países del centro de Europa, mientras que los aumentos suelen ser países pertenecientes a la Europa del Este o países como Malta y Chipre. España a la hora de comparar con el resto de países, no se encontraría en una mala posición en cuanto a la cantidad de emisiones generadas.

A la hora de llevar a cabo una política, como hemos podido ver vamos a obtener distintos resultados en los países y en sus hogares debido a las diferentes características que tienen entre ellos. Es por ello, que, a la hora de plantear una política más distributiva, así como

de un cambio de patrón de consumo, es necesario analizar las características propias de los países, así como de sus distintos hogares, para que de este modo el resultado que obtengamos sea el más óptimo.

8. Bibliografía

- Andersson, D., Nässén, J., Larsson, J. & Holmberg, J., 2014. Greenhouse gas emissions and subjective well-being: An analysis of Swedish households. *Ecological Economics* 102, pp. 75-82.
- Beylot, A. et al., 2019. Assessing the environmental impacts of EU consumption at macro-scale. *Journal of Cleaner Production* 216, pp. 382-393.
- Biesiot, W. & Noorman, K. J., 1999. Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands. *Ecological Economics* 28, pp. 367-383.
- Bin, S. & Dowlatbadi, H., 2005. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO2 emissions. *Energy Policy* 33, pp. 197-208.
- Brzga, J., Feng, K. & Hubacek, K., 2017. Household carbon footprints in the Baltic States: A global multi-regional input-output analysis from 1995 to 2011. *Applied Energy* 189, pp. 780-788.
- Bryngelsson, D., Wirsénus, S., Hedenus, F. & Sonesson, U., 2016. How can the Eu climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy* 59, pp. 152-164.
- Cellura, M., Longo, S. & Mistretta, M., 2011. The energy and environmental impacts of Italian households consumptions: An input-output approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp. 3897-3908.
- Chancel, L., 2014. Are younger generations higher carbon emitters than their elders? Inequalities, generations and CO2 emissions in France and in the USA. *Ecological Economics* 100, pp. 195-207.
- Cohen, C., Lenzen, M. & Shaeffer, R., 2005. Energy requirements of households in Brazil. *Energy Policy* 33, pp. 555-562.
- Dai, H., Masui, T., Matsuoka, Y. & Fujimori, S., 2012. The impacts of China's household consumption expenditure patterns on energy demand and carbon emissions towards 2050. *Energy Policy* 50, pp. 736-750.
- Dietzenbacher, E. & Los, B., 1998. Structural Decomposition Techniques: Sense and Sensitivity. *Economic Systems Research*, 10, pp. 307-324.
- Ding, Q., Cai, W., Wang, C. & Sanwal, M., 2017. The relationships between household consumption activities and energy consumption in China- An input-output analysis from the lifestyle perspective. *Applied Energy* 207, pp. 520-532.
- Duarte, R. et al., 2016. Modeling the carbon consequences of pro-environmental consumer behaviour. *Applied Energy* 184, pp. 1207-1216.

- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J. & Sarasa, C., 2018. Consumer-side actions in a low-carbon economy: A dynamic CGE analysis for Spain. *Energy Policy* 118, pp. 199-210.
- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J. & Sarasa, C., 2019. *Carbon impacts of current lifestyles and income distribution in EU countries: critical assessment in a sustainable development pathway*. Palermo, s.n.
- Duchin, F. & Hubacek, K., 2003. Linking social expenditures to household lifestyles. *Futures* , Issue 35, pp. 61-74.
- EEA, 2012. *Consumption and the environment-2012 Update*, Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Eurostat, 2010. *Structure of consumption expenditure by income quintile*. Brussels: European Commission.
- Fercovic, J. & Gulati, S., 2016. Comparing household greenhouse gas emissions across Canadian cities. *Regional Science and Urban Economics* 60, pp. 96-111.
- Ferrara, I. & Serret, Y., 2008. *Household behaviour and the environment, reviewing the evidence*. Organization for Economic Cooperation and Development., Paris, Francia: OECD.
- Girod, B. & de Haan, P., 2010. More or Better? A model for changes in household greenhouse gas emissions due to higher income. *Journal of Industrial Ecology* 14, pp. 31-49.
- Golley, J. & Meng, X., 2012. Income inequality and carbon dioxide emissions: The case of Chinese urban households. *Energy Economics* 34, pp. 1864-1872.
- Hubacek, K. et al., 2017. Global carbon inequality. *Energy, Ecology and Environment* 2, pp. 361-389.
- Hubacek, K., Guan, D. & Barua, A., 2007. Changing lifestyles and consumption patterns in developing countries: A scenario analysis for China and India. *Futures* 39, pp. 1084-1096.
- Jackson, P., 2007. De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático. *Crónica ONU* 44.
- Kaya, Y., 1989. *Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios*. Paris, Francia, s.n.
- Kerkhof, A. C., Nonhebel, S. & Moll, H. C., 2009. Relating the environmental impact of consumption to household expenditure: An input-output analysis. *Ecological Economics* 68, pp. 1160-1170.
- Kok, R., Benders, R. M. & Moll, H. C., 2006. Measuring the environmental load of household consumption using some methods based on input-output energy analysis: A comparison of methods and a discussion of results. *Energy Policy* 34, pp. 2744-2761.
- Lenzen, M., Kanemoto, K., Moran, D. & Geschke, A., 2012. Mapping the structure of the world economy. *Environmental Science & Technology*, 46(15), pp. 8374-8381.
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K. & Geschke, A., 2013. Building Eora: A Global Multi-regional Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. *Economic Systems Research*, 25(1), pp. 20-49.

- Liu, L.-C., Wu, G., Wang, J.-N. & Wei, Y.-M., 2011. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992-2007. *Journal of Cleaner Production* 19, pp. 1754-1762.
- Mach, R., Weinzettel, J. & Ščasný, M., 2018. Environmental impact of consumption by Czech households: Hybrid Input-Output analysis linked to household consumption data. *Ecological Economics* 149, pp. 62-73.
- Meangbua, O., Dhakal, S. & Kuwornu, J. K., 2019. Factors influencing energy requirements and CO2 emissions of households in Thailand: A panel data analysis. *Energy Policy* 129, pp. 521-531.
- Munksgaard, J., Pedersen, K. A. & Wien, M., 2000. Impact of household consumption on CO2 emissions. *Energy Economics* 22, pp. 423-440.
- Munksgaard, J., Wier, M., Lenzen, M. & Dey, C., 2005. Using Input-Output analysis to measure the environmental pressure of consumption at different spatial levels. *Journal of Industrial Ecology* 9, pp. 169-185.
- Pachauri, S. & Spreng, D., 2002. Direct and indirect energy requirements of households in India. *Energy Policy* 30, pp. 511-523.
- Park, H.-C. & Heo, E., 2007. The direct and indirect household energy requirements in the Republic of Korea from 1980 to 2000- An input-output analysis. *Energy Policy* 35, pp. 2839-2851.
- Roca, J. & Serrano, M., 2007. Income growth and atmospheric pollution in Spain: An input-output approach. *Ecological Economics* 63, pp. 230-242.
- Rose, A. & Casler, S., 1996. Input-Output Structural Decomposition Analysis: A critical appraisal. *Economic System Research*, 8, pp. 33-62.
- Sánchez-Chóliz, J., Duarte, R. & Mainar, A., 2007. Environmental impact of household activity in Spain. *Ecological Economics* 62, pp. 308-318.
- Takase, K., Kondo, Y. & Washizu, A., 2005. An analysis of sustainable consumption by the waste input-output model. *Industrial Ecology* 9, pp. 201-219.
- Tukker, A., Cohen, M. J., Hubacek, K. & Mont, O., 2010. The impacts of Household Consumption and Options for Change. *Journal of Industrial Ecology* 14, pp. 13-30.
- Tukker, A. et al., 2011. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics* 70, pp. 1776-1788.
- Vringer, K. & Blok, K., 1995. The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands. *Energy Policy* 23, pp. 893-910.
- Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J. & Wackernagel, M., 2006. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis. *Ecological Economics* 56, pp. 28-48.
- WWF, 2018. *Informe Planeta Vivo.2018: Apuntando más alto*, Gland, Suiza: WWF.
- Xia, Y., Wang, H. & Liu, W., 2019. The indirect carbon emission from household consumption in China between 1995-2009 and 2010-2030: A decomposition and prediction analysis. *Computer & Industrial Engineering* 128, pp. 264-276.

Zhang, J., Yu, B., Cai, J. & Wei, Y.-M., 2017. Impacts of household income change on CO₂ emissions: An empirical analysis of China. *Journal of Cleaner Production* 157, pp. 190-200.

Zhang, X., Luo, L. & Skitmore, M., 2015. Household carbon emission research: an analytical review of measurement, influencing factors and mitigation prospects. *Journal of Cleaner Production* 103, pp. 873-883.

Zhang, Y.-J., Bian, X.-J., Tan, W. & Song, J., 2017. The indirect energy consumption and CO₂ emission caused by household consumption in China: an analysis based on the input-output method. *Journal of Cleaner Production* 163, pp. 69-83.