

**COSTES DE MITIGACIÓN Y ESCENARIOS POST-KYOTO
EN ESPAÑA: UN ANÁLISIS DE EQUILIBRO
GENERAL PARA ESPAÑA**

MIKEL GONZÁLEZ RUIZ DE EGUINO

De conformidad con la base quinta de la convocatoria del Programa de Estímulo a la Investigación, este trabajo ha sido sometido a evaluación externa anónima de especialistas cualificados a fin de contrastar su nivel técnico.

ISSN: 1988-8767

La serie **DOCUMENTOS DE TRABAJO** incluye avances y resultados de investigaciones dentro de los programas de la Fundación de las Cajas de Ahorros.
Las opiniones son responsabilidad de los autores.

COSTES DE MITIGACIÓN Y ESCENARIOS POST-KYOTO EN ESPAÑA: UN ANÁLISIS DE EQUILIBRIO GENERAL PARA ESPAÑA

Mikel González Ruiz de Eguino*

Abstract

This study examines the economic impact of greenhouse gases mitigation in Spain using a dynamic Applied General Equilibrium model (AGE). The model captures the main energy and economic interactions and evaluates policies with a broad impact on economic activity. The article focuses on the impacts of Kyoto Protocol compliance in the long run and also on other alternatives in terms of targets and timings. In order to investigate the costs of mitigation we focus on key macroeconomic variables, on sectoral variables, energy mix or emission permit prices. Results show that the costs of achieving Kyoto in the long run, although not comparable to any environmental policy from the past, can remain limited if a shift toward a less carbon intensive economy is induced; through improvements in energy efficiency, through changes in the energy mix and in production and consumption patterns, and finally, and crucially, through technological development and innovation

Keywords: climate change, applied general equilibrium models; Spain

JEL Classification: D58, H21, Q20, Q48

Resumen:

Este estudio examina el impacto económico de la mitigación de gases de efecto invernadero en España. Para ello, utiliza un modelo dinámico de equilibrio general aplicado que permite capturar las principales interacciones existentes entre las variables económicas, energéticas y las emisiones. El artículo se centra en los efectos de cumplimiento del Protocolo de Kyoto en el largo plazo y también en otras alternativas en términos de objetivos y plazos. Para investigar los costes de mitigación analiza la evolución de las principales variables macroeconómicas y sectoriales, así como la variación en el mix energético y el precio de los permisos de emisión. Los resultados muestran que los costes de cumplir Kyoto en el largo plazo, aunque no son comparables a ninguna política ambiental del pasado, pueden limitarse si se induce un cambio hacia una economía menos intensiva en carbono; a través de mejoras en la eficiencia energética, de cambios en el mix energético y los patrones de producción-consumo, y, por último, de manera fundamental, mediante el desarrollo y la innovación tecnológica.

Palabras clave: cambio climático, modelos de equilibrio general aplicados; España

* Unidad de Economía Ambiental y Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I, Universidad del País Vasco/EHU, Avenida. Lehendakari Aguirre 83, 48015, Bilbao, Tel.: 94-6013784, E-mail: mikel.gonzalez@ehu.es.

1. INTRODUCCIÓN

La Conferencia de las Partes de Naciones Unidas acordó en el Protocolo de Kyoto (UN 1997) limitar las emisiones de los principales Gases de Efecto Invernadero (GEIs). El objetivo de este tratado es reducir las emisiones conjuntas de los principales países desarrollados un 5,2% por debajo de los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Para ello, la Unión Europea ha puesto en funcionamiento un mercado de permisos de emisión (EU ETS) que abarca el 60% de las emisiones de GEIs. A medida que los plazos de cumplimiento se acercan y se perfila una nueva renegociación de los mismos (fase post-Kyoto)¹, es importante conocer los impactos económicos de dichas medidas de mitigación. En el caso de España, esto es fundamental ya que, aunque el objetivo era no exceder más de un 15% las emisiones de 1990, en el año 2007 éstas habían aumentado ya un 52%.

Los estudios sobre impacto económico de la reducción de GEIs comenzaron a desarrollarse en la década de los 90 y han sido aplicados a nivel global (Nordhaus 1993), a nivel regional (Weayant 1999), y mediante la utilización de diversos tipos de modelos (Springer 2003). En España, aunque de manera más tardía, también se han realizado diversas aportaciones. Ocaña (2004) realizó una primera aproximación sobre los costes de mitigación en España. Este estudio, y algunos similares, utilizaban diferentes precios del CO₂, -obtenidos a través de modelos globales- para valorar el déficit entre las emisiones futuras previstas y los objetivos para los sectores incluidos² en el EU-ETS. Según este análisis, en el año 2010 el coste -en términos de compra de derechos- se situaría entorno a los 15 millones de Euros por cada Euro de coste de la tonelada de CO₂. Si el precio se sitúa entorno a los 10-20 Euros, esto implicaría un coste de unos 150-300 millones de Euros.

¹ La Conferencia de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP-15) cuyo objetivo es alcanzar a un acuerdo mundial de mitigación para el período comprendido a partir de 2012, cuando el compromiso del Protocolo de Kyoto expira, tendrá lugar en Copenhague (Dinamarca) el 30 de noviembre de 2009.

² Estos sectores, que representan aproximadamente el 50% de las emisiones de CO₂, son: Cemento, Refino, Vidrio y cerámica, Metalurgia, Papel y Eléctrico.

Por otro lado, Labandeira y Rodríguez (2006) analizaron el efecto de una reducción de las emisiones mediante la utilización de un Modelo de Equilibrio General (MEGA) estático. La utilización de un MEGA otorga a este estudio ventajas importantes. En primer lugar, permite considerar endogenamente los precios del CO₂. En segundo lugar, tiene en cuenta los impactos indirectos que generan las políticas de mitigación y, en tercer lugar, permite considerar las distintas posibilidades de sustitución entre inputs que los modelos Input-Output no suelen capturar. Por último, mediante esta metodología es posible analizar reducciones de GEIs no exclusivas a los sectores EU ETS. Según este estudio, en el corto plazo por cada reducción de un 2% de las emisiones supondría una contracción del PIB del 0,2%.

La mayoría de los estudios con MEGAs aplicados a España se han centrado en analizar los costes de mitigación en un contexto estático y de corto plazo. Una excepción es Gómez (2007) que utiliza un MEGA dinámico para analizar el efecto de combinar la reducción de emisiones y distintas formas funcionales o tecnologías. En este artículo analizamos los costes de mitigación en España para la fase post-Kyoto (escenario *Kyoto 2050*) mediante un MEGA dinámico que incorporará todos los GEIs.

El artículo se ordena de la siguiente manera: el apartado 2 se presenta el modelo, el apartado 3 los datos y la calibración del modelo y en el apartado 4 se establecen los escenarios. A continuación, en el apartado 4, se estudian los resultados obtenidos y, en el apartado 5 se desarrolla un análisis profundo de sensibilidad. Por último, se recogen las limitaciones del análisis, las principales conclusiones y las futuras líneas de trabajo.

2. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

Para estimar los costes de la mitigación hemos construido un modelo multisectorial dinámico de equilibrio general aplicado (MEGA). Los MEGAs son versiones empíricas de un modelo

walrasiano y recogen las interdependencias entre los diversos agentes económicos. Este tipo de modelos permiten capturar el flujo circular de la renta y resultan muy útiles para analizar políticas que, como la mitigación de emisiones de GEIs, tienen impactos directos e indirectos significativos. Una introducción puede encontrarse en Shoven y Whalley (1992) o Ginsburgh y Keyzer (1997). La simulación de los efectos de una política en el largo plazo requiere el uso de modelos dinámicos. En nuestro caso, utilizaremos un MEGA dinámico tipo Ramsey (Barro y Sala-i-Marti 1995) donde los agentes deciden entre consumir o ahorrar en cada momento con el objetivo de maximizar la utilidad en todo el periodo de análisis.

El modelo se compone de: 1) 22 sectores productivos y 2) un consumidor representativo y 3) un gobierno, que recauda impuestos, provee bienes y servicios públicos y controla las emisiones de GEIs a través de los permisos de emisión. Por último, 4) el agregado Resto del Mundo, que agrupa a todo el sector exterior. La desagregación de los sectores comprende a sectores energéticos (carbón, petróleo, gas y electricidad), a sectores relevantes por sus emisiones (agricultura, transporte e industria) y a sectores relevantes por su peso económico (servicios privados y públicos).

Las emisiones de GEIs consideradas son las sujetas a control por el Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de nitrógeno (N₂O) y gases fluorados (SF₆, HFC, PFC). Estas se agrupan en dos bloques a) emisiones de combustión, que proceden directamente de la quema de combustibles fósiles y b) emisiones de proceso, que se originan en el proceso productivo.

2.1 Productores

Cada sector productivo, $j=1, \dots, J$, produce un bien homogéneo con una tecnología caracterizada mediante funciones CES anidadas. La producción de cada sector (Y_j) en cada momento t se obtiene combinando inputs intermedios ($Y_{1,j,t}^{ID}$), capital ($K_{j,t}$), trabajo ($L_{j,t}$) y emisiones ($E_{j,t}^P$). Las

emisiones son consideradas un factor productivo más, ya que tienen que ir asociadas a un permiso de emisión, y éste tiene un precio en el mercado (ver sección 2.6). La ecuación 1 (ver apéndices) recoge de forma simplificada la función de producción y la figura 1 representa su estructura gráfica³. Los parámetros σ representan las elasticidades de sustitución entre diferentes inputs.

$$Y_{j,t} = f\left(Y_{1,j,t}^{ID}, \dots, Y_{j,j,t}^{ID}; K_{j,t}; L_{j,t}; E_{j,t}^P; \sigma^Y, \sigma^{KLE}, \dots, \sigma^F\right), \forall(j,t) \quad (1)$$

Los productores maximizan beneficios sujetos a las restricciones tecnológicas descritas en las funciones de producción. El beneficio neto de impuestos en equilibrio será nulo, es decir; el valor del output de cada sector será igual al valor de todos los inputs utilizados. Esta condición se recoge en la ecuación 2, donde $P_{j,t}$ es el precio del output del sector j en el instante t , $P_{K,t}$ es el precio del capital, $P_{L,t}$ el precio del trabajo y $P_{E,t}$ el precio de los permisos de emisión. Finalmente, τ_j^P y τ_j^L son las tasas impositivas sectoriales sobre la producción y el trabajo.

$$(P_{j,t} + \tau_j^P) \cdot Y_{j,t} - [P_{j,t} \cdot Y_{jj,t}^{ID} + P_{K,t} \cdot K_{j,t} + (P_{L,t} + \tau_j^L) \cdot L_{j,t} + P_{E,t} \cdot E_{j,t}^P] = 0, \forall(j,t) \quad (2)$$

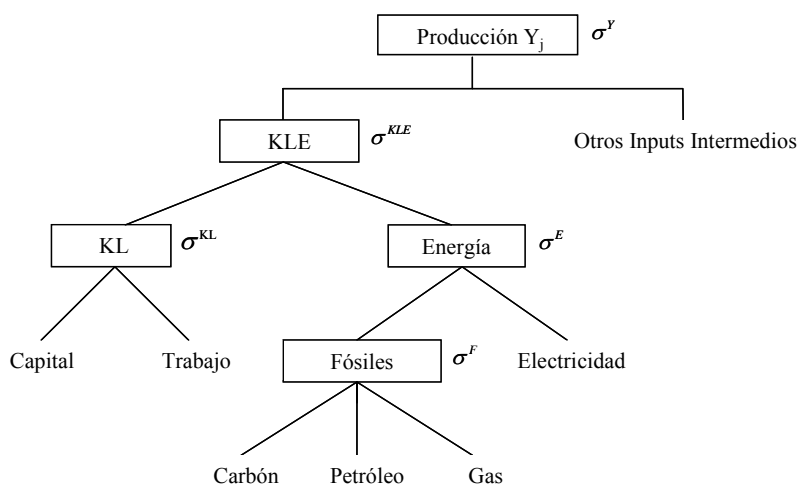


Figura 1: Estructura general de la función de producción

³ Es habitual en un MEGA representar las funciones de producción de forma gráfica para así evitar su compleja extensión algebraica. En el apéndice se recoge esta función de forma más detallada.

2.2 Consumidores

El modelo considera un consumidor representativo propietario de los factores de producción. Las preferencias de los consumidores se definen mediante una función de utilidad CES anidada de los diferentes bienes de consumo j en el periodo t ($C_{j,t}$), junto a sus respectivas elasticidades de sustitución (ver ecuación 3 y figura 2). La utilidad total (U), como recoge la ecuación 4, es la agregación de las utilidades intertemporales (U_t), siendo la elasticidad de sustitución intertemporal (σ^U) la variable que modula las preferencias del consumidor entre utilidad presente y futura.

$$U_t = CES(C_{1,t}, \dots, C_{J,t} : \sigma^C, \sigma^{CE}, \sigma^{CB}), \forall t \quad (3)$$

$$U = CES(U_1, \dots, U_t : \sigma^U) \quad (4)$$

El consumidor maximiza la utilidad total sujeto a su restricción presupuestaria. Como se recoge en la ecuación 5, el ingreso obtenido en cada periodo t de las rentas del trabajo, del capital y de las transferencias directas del gobierno (T_t), debe ser igual al gasto destinado a consumo ($C_{j,t}$), pago de impuestos (τ_j^C), compra de permisos de emisión (E_t^C) y ahorro (S_t). Los consumidores también generan emisiones de GEIs y, por lo tanto, también tienen que adquirir permisos de emisión.

$$P_{K,t} \cdot K_t + P_{L,t} \cdot L_t + T_t = \sum_{j=1}^J (P_{j,t} + \tau_j^C) \cdot C_{j,t} + P_{E,t} \cdot E_t^C + S_t, \forall t \quad (5)$$

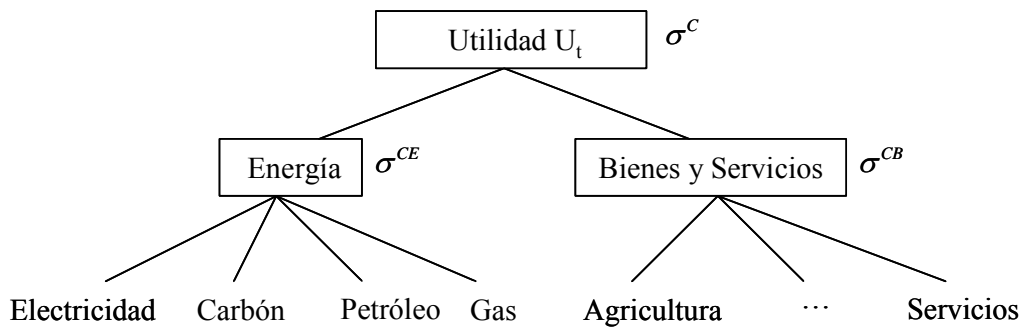


Figura 2: Estructura de la función de utilidad

2.3 Gobierno

El gobierno obtiene sus ingresos a través de la recaudación de impuestos sobre la producción, el trabajo y el consumo, y también mediante el cobro de los permisos de emisión; siendo E_t la suma de las emisiones de los productores y consumidores y $P_{E,t}$ el precio del permiso en el periodo t . Los ingresos permiten proveer los bienes y servicios públicos $G_{j,t}$ y también realizar transferencias a los consumidores (T), de forma que el déficit público sea siempre cero (ver ecuación 6). Por un lado, las preferencias del gobierno las capturamos a través de una función Leontief, lo que permite mantener fija la estructura de gasto público (ver ecuación 5). Por otro, los ingresos extras obtenidos por los permisos de emisión se canalizan mediante transferencias hacia los consumidores, lo que permite mantener la presión fiscal y el nivel de gasto público.

$$\bar{G} = Leontief(G_{1,t}, \dots, G_{j,t}), (\forall t) \quad (6)$$

$$\left[P_{E,t} \cdot E_t + \sum_{j=1}^J (P_{L,t} \cdot \tau^L \cdot L_{j,t} + P_{j,t} \cdot \tau_j^C \cdot C_{j,t} + P_{j,t} \cdot \tau_j^P \cdot Y_{j,t}) \right] = \left[\sum_{j=1}^J P_{j,t} \cdot G_{j,t} + T_t \right], \forall t \quad (7)$$

2.4 Sector exterior

Para capturar las relaciones económicas con el entorno hemos agrupado a todos los países en un único agregado llamado “Resto del Mundo”, y, de todos los flujos existentes, consideramos las importaciones y exportaciones de bienes y servicios.

En el comercio internacional utilizamos dos supuestos habituales en un MEGA, el supuesto de economía pequeña y abierta y el supuesto Armington. El supuesto de economía pequeña y abierta establece que a) la economía doméstica es demasiado pequeña para influir en los precios mundiales y que b) las necesidades de importación y exportación pueden ser satisfechas mediante el comercio internacional. El supuesto Armington establece que los bienes domésticos y importados/exportados son sustitutos imperfectos (Armington 1969). En la práctica, esto supone modelar la oferta total

$(Y_{j,t}^{TS})$ como una función CES (ecuación 8), que agrega la producción doméstica ($Y_{j,t}$) y las importaciones ($M_{j,t}$), y la demanda total ($Y_{j,t}^{TD}$) como una función de transformación o función CET (ecuación 9), que se divide entre demanda doméstica ($Y_{j,t}^D$) y exportaciones ($X_{j,t}$).

$$Y_{j,t}^{TS} = CES(Y_{j,t}, M_{j,t}) \quad , \forall(j, t) \quad (8)$$

$$Y_{j,t}^{TD} = CET(Y_{j,t}^D, X_{j,t}) \quad , \forall(j, t) \quad (9)$$

Finalmente, y como condición de cierre, suponemos que el déficit de comercio (XD_t , importaciones menos exportaciones totales), no varía y se financia a través del presupuesto de los consumidores (ecuación 10), siendo $P_{X,t}$ la variable de ajuste.

$$\sum_{j=1}^J P_{X,t} (M_{j,t} - X_{j,t}) = \overline{XD}_t \quad , \forall(t) \quad (10)$$

2.5 Crecimiento económico y cambio tecnológico

El crecimiento económico proviene del aumento del factor trabajo (exógeno) y del incremento del factor capital (endógeno). La oferta de trabajo está dada en el año de referencia inicial (\bar{L}_0) y crece a una tasa constante g (ecuación 11). Esta tasa de crecimiento es una combinación de dos factores implícitos: el crecimiento demográfico y las mejoras de productividad. El stock de capital también está dado en el año inicial (\bar{K}_0), pero su crecimiento (ecuación 12) depende de la inversión (I_t), que en último termino depende de la decisión entre ahorro-consumo y de la tasa de depreciación del capital (δ).

$$\bar{L}_{t+1} = \bar{L}_t \cdot (1 + g) \quad , \forall(t) \quad (11)$$

$$K_{t+1} = K_t \cdot (1 - \delta) + I_t \quad , \forall(t) \quad (12)$$

En un modelo dinámico para evitar que el stock de capital sea consumido por completo en el último periodo, es necesario utilizar lo que se conoce como condición de transversalidad. Esta condición nos permitirá aproximar un modelo de horizonte infinito a otro de horizonte finito. La literatura

propone diferentes reglas para que la distorsión de esta condición sea mínima. En nuestro caso, adoptaremos la más habitual en la literatura sobre MEGAs (ecuación 13) que establece que el crecimiento de la inversión y de la utilidad en el último periodo (T) debe ser igual. En Lau *et al* (2002) podemos encontrar una demostración sobre el efecto mínimo de esta condición sobre las sendas óptimas de crecimiento.

$$\frac{I_T}{I_{T-1}} = \frac{U_{T,priv'}}{U_{T-1,priv'}} \quad (13)$$

El progreso tecnológico es una parte importante de la dinámica del modelo. En nuestro caso el cambio tecnológico es exógeno y depende de un parámetro (φ_t) que mide las mejoras futuras en eficiencia de emisiones o GEIs, es decir, en la generación de emisiones por unidad de output. Este parámetro sigue una función logística que es típica de los procesos de difusión tecnológica (ecuación 14): parte de un valor inicial en t_0 , aumenta exponencialmente y finalmente se estabiliza en t_f . Su valor inicial y final es diferente para las emisiones de combustión (φ_t^C) y proceso (φ_t^P), ya que la evolución reciente y las perspectivas tecnológicas difieren en ambos casos.

$$\varphi_t = \varphi_{t_f} \cdot \frac{1}{1 + (\varphi_{t_f} / \varphi_{t_0} - 1) \cdot e^{-t}} \quad (14)$$

2.6 Emisiones y política ambiental

Las emisiones totales (E_t) se calculan como la suma de las emisiones de los productores (E_t^P) y los consumidores (E_t^C). Cada una de ellas se obtiene a su vez sumando las emisiones de combustión y las de proceso. Las emisiones de combustión están asociadas mediante coeficientes (α_e, y_e) al uso de inputs de carbón, petróleo y gas, mientras que las de proceso están asociadas mediante coeficientes (x_j, z) a la producción final o output. Estas emisiones están corregidas en cada periodo por un parámetro de progreso tecnológico (φ_t^C, φ_t^P).

$$E_t^P = \varphi_t^C \cdot \left(\sum_{e=1}^3 \alpha_e \cdot \sum_{j=1}^J Y_{e,j,t}^{ID} \right) + \varphi_t^P \cdot \left(\sum_{j=1}^J x_j \cdot Y_{j,t} \right), \forall t \quad (15)$$

$$E_t^C = \varphi_t^C \cdot (y_e \cdot C_{e,t}) + \varphi_t^P \cdot (z \cdot \sum_{j=1}^J C_{j,t}) \quad \forall t \quad (16)$$

La política ambiental se implementa simulando un mercado de permisos de emisiones transferibles. En este tipo de instrumento, el gobierno fija para cada periodo el número de permisos, los subasta y deja que se intercambien libremente en el mercado. Desde un punto de vista teórico, esta aproximación tiene la ventaja de ser eficaz, la reducción de emisiones se alcanzará realmente, y de ser coste-efectiva; los objetivos se alcanzan a un coste mínimo. Un mercado de permisos es, además, una forma natural de introducir una política de mitigación de emisiones en un MEGA, ya que los permisos pueden ser tratados como un factor productivo más que alcanza un precio de equilibrio a través de la oferta y la demanda (Dellink 2005). Si el número de permisos supera el nivel de emisiones no habrá escasez y, por lo tanto, el precio de los permisos será nulo, pero a medida que el gobierno comience a restringirlos su precio comenzará a aumentar.

Las posibilidades de reducir emisiones de combustión son limitadas ya que la quema de combustibles fósiles genera inevitablemente emisiones de CO₂⁴. En el contexto de este modelo, las emisiones de combustión pueden reducirse, sin embargo, de manera inducida. Las variaciones en los precios relativos de los factores originan cambios en el i) *mix energético*; sustituyendo combustibles fosiles más intensivos en CO₂ por otros menos intensivos, en las ii) *funciones producción y utilidad*; sustituyendo el uso de energía por otros inputs, y en la iii) *estructura económica*; modificando los patrones de consumo hacia productos bajos en carbono. Por último, y cuando todas las posibilidades de sustitución han sido explotadas, la única forma de reducir emisiones de combustión es reduciendo del iv) *nivel de actividad económica* a ellas asociado.

⁴ Aunque en un futuro las tecnologías de Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC) pueden estar disponibles y ser rentables, todavía están en fase de demostración. Aún así ésta tecnología supondría el almacenamiento de las emisiones en depósitos, pero no la supresión de las mismas.

Para las emisiones de proceso existen diferentes posibilidades de reducción mediante el uso de tecnologías de “final de tubería” o mediante “cambios de proceso”. Para poder capturar este hecho, y siguiendo a Reilly et al (2002), utilizamos una función CES, que permite modelar el grado de sustituibilidad entre producción ($Y_{j,t}$) y emisiones de proceso ($E_{j,t}^P$). En Hyman et al (2003) podemos encontrar una estimación de los valores para este parámetro (σ^B).

$$Y'_{j,t} = CES(Y_{j,t}, E_{j,t}^P : \sigma^B) \quad (17)$$

2.7 Equilibrio y solución

El concepto de equilibrio utilizado se corresponde con la noción walrasiana tradicional; las cantidades ofertadas son iguales a las cantidades demandadas y todos los agentes cumplen con sus planes de optimización, actuando los precios como variables de ajuste. Esto supone un equilibrio en el mercado de bienes y servicios (ecuación 18), en el mercado de trabajo y capital (ecuación 19 y 20) y también entre ahorro e inversión (ecuación 21). En el mercado de permisos las emisiones totales deben ser iguales al número de permisos puestos en circulación (ecuación 22).

$$Y_{j,t}^{DD} = \sum_{jj=1}^J Y_{j,jj,t}^{ID} + C_{j,t} + G_{j,t} + I_{j,t} \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^J L_{j,t} = \bar{L}_t \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^J K_{j,t} = K_t \quad (20)$$

$$S_t = \sum_{j=1}^J P_{j,t} \cdot I_{j,t} + \bar{XD}_t \quad (21)$$

$$\bar{E}_t = E_t^P + E_t^C \quad (22)$$

Encontrar las soluciones de equilibrio implica resolver un sistema dinámico y finito de ecuaciones no lineales. Para la programación del modelo se ha utilizado el lenguaje GAMS/MPSGE y para su resolución el algoritmo PATH (Dirkse et al 1995).

3. CALIBRACIÓN Y DATOS

Los datos del equilibrio inicial provienen de la SAM construida para este propósito. Esta SAM se ha elaborado mediante la integración de la información de la Tabla Input-Output Simétrica (INE 2002) y la información de los Balances Energéticos Sectoriales (Eurostat 2005), y esta recogida en los apéndices (tabla A1 y A2). En la práctica (Rutherford y Paltsev, 2000), la integración de los datos energéticos se ha realizado mediante la introducción en la TIO de unas nuevas filas de demanda de los bienes energéticos (crudo, carbón, petróleo, gas natural y electricidad), que proviene de multiplicar los datos físicos y los precios de los balances energéticos. La integración de ambas tablas nos permite conocer los flujos energéticos subyacentes en la TIO y calcular a partir de ellos las emisiones de CO₂.⁵ La reacción de los agentes ante los cambios se recoge a través de las elasticidades que provienen del modelo global MIT-EPPA (Babiker et al 2001).

Para calibrar la parte dinámica del modelo es necesario conocer los parámetros que guían el crecimiento económico: esto es, el valor de la tasa de crecimiento (g) y de la tasa de depreciación del capital (δ). La literatura empírica sugiere (Jones 1995) que la tasa media de crecimiento económico en el largo plazo puede considerarse suficientemente estable en el tiempo. Por lo tanto, asignaremos a estos parámetros un valor de 2,5% y 5%, respectivamente, que se corresponde con la tasa media de crecimiento anual en España durante el periodo 1990-2005.

⁵ Una descripción más detallada de los datos y la calibración del modelo puede encontrarse en González (2007). La base de datos utilizada para elaborar la SAM es la TIO simétrica del INE y, por lo tanto, los datos están valorados a precios básicos. Sin embargo, el IVA, obtenido a partir de los datos de las Cuentas Nacionales se integra dentro de la SAM trayéndolo del Consumo Privado. Este es el citado impuesto al consumo desagradado por productos homogéneos.

Las emisiones de combustión en el año base se calculan a través de los coeficientes estándares para el carbón, el petróleo y el gas natural, aunque también se ha considerado que en algunos sectores no utilizan estos inputs únicamente para la combustión (Tabla A3). Las emisiones de proceso se obtienen como diferencia entre las emisiones de combustión estimadas y las emisiones totales calculadas por las Cuentas Ambientales Nacionales (INE 2002b). Estos datos y sus resultados se recogen con más detalle en el apéndice.

Por otro lado, la evolución de las emisiones futuras dependerá del crecimiento económico y del cambio tecnológico exógeno. Este último parámetro (ϕ_t) mide la diferencia entre el crecimiento de las emisiones y el crecimiento del PIB, es decir, mide la eficiencia en emisiones de GEIs. En el periodo 1990-2005 las emisiones de combustión y proceso en España crecieron a una tasa media anual de un 3% y un 1,8 %, respectivamente, mientras que el ritmo del PIB para ese periodo fue del 2,5%. Observamos, por lo tanto, un desacople relativo entre actividad económica y emisiones de proceso (+0,7% anual), pero no así para las emisiones de combustión (-0,5%). La literatura, en cambio (Weyant 1999, Chesnay 2006), suele asignar a este parámetro, en el largo plazo y según estudios y regiones, un valor positivo y cercano al 1,5% anual para emisiones de proceso y al 1% para las emisiones de combustión. Para solucionar esta discrepancia, supondremos que España convergerá hacia estos valores debido a un proceso de difusión tecnológica, aunque con cierto retraso y siguiendo la función logística (ecuación 14) que se recoge en la figura 3.

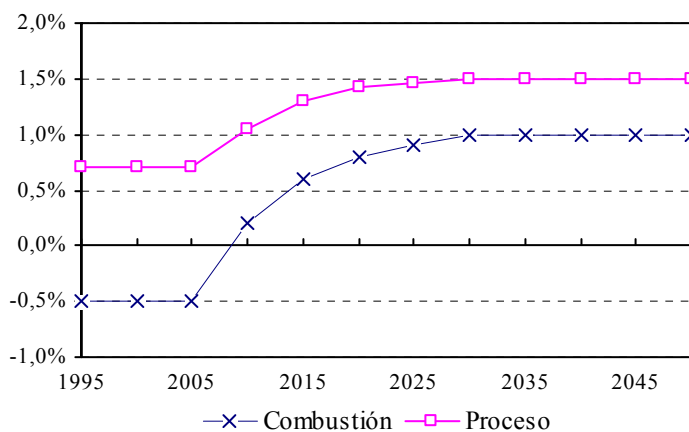


Figura 3: Proyecciones de los parámetros de cambio tecnológico

4. ESCENARIO KYOTO 2050

En base a las características del modelo y los datos utilizados para su calibración establecemos dos escenarios de comparación:

- i. **Escenario BAU o “Business as Usual”**: representa un escenario en donde no existe mitigación de GEIs. Es decir, muestra la evolución de las principales variables si no existirá en el futuro una limitación o control sobre las emisiones.
- ii. **Escenario “Kyoto 2050”** representa una extensión hasta el año 2050 de los objetivos del Protocolo de Kyoto. Esto supone: 1) reducir las emisiones para el periodo 2008-2012 para que no superen en un 15% las emisiones de 1990 y 2) estabilizarlas en esos niveles hasta 2050.

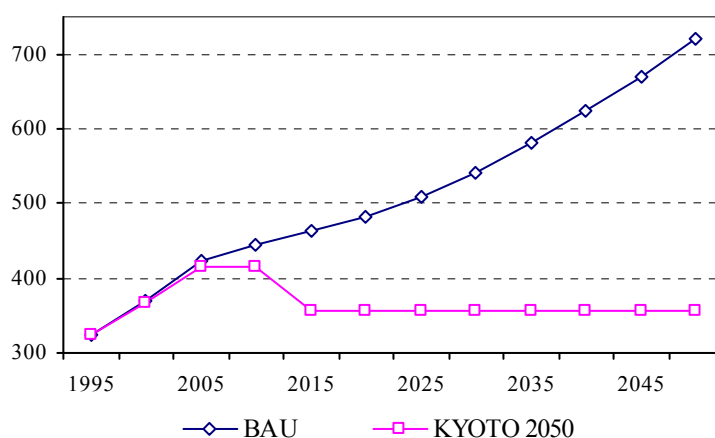


Figura.4: Emisiones GEIs escenario *BAU* y *Kyoto 2050* (MtCO2 eq.)

La figura 4 recoge la evolución de las emisiones de GEIs en ambos escenarios. Las emisiones en el escenario *BAU* crecerán hasta alcanzar 719 millones de toneladas de CO2 equivalente (MtCO2 eq.) en el año 2050, mientras que el escenario *Kyoto 2050* se estabilizarían entorno a las 357 MtCO2 eq. El ritmo de reducción de emisiones en el escenario *Kyoto 2050* se basa en las previsiones de los

Planes Nacionales de Asignación del Ministerio del Medio Ambiente⁶. Estos contemplan una primera fase de mantenimiento de las emisiones (2005-2007), coincidiendo con la puesta en marcha del primer periodo del EU ETS, y otra fase posterior de intensa reducción (2008-2012). La reducción real de emisiones es más significativa de lo puede parecer si consideramos el crecimiento económico previsible. La reducción de emisiones del escenario *Kyoto 2050* respecto al escenario *BAU* en 2020 es un 25% y en 2050 un 51%.

5. RESULTADOS

Los impactos del control de GEIs se estiman mediante la comparación entre el escenario *Kyoto 2050* y el escenario *BAU*. Vamos a dividir el análisis de los resultados en tres bloques: en primer lugar, presentaremos los resultados a nivel agregado, en segundo lugar, a nivel sectorial y, por último, analizaremos la evolución de variables clave como el mix energético y el precio de los permisos de emisión.

5.1 Resultados generales

Los resultados generales del escenario *Kyoto 2050* se recogen en la tabla 1. Las variables macroeconómicas principales (PIB, Producción y Consumo Privado) son en 2050 inferiores al escenario *BAU*. Esto ilustra algo obvio, pero importante: reducir las emisiones de efecto invernadero tiene un coste frente la opción de emitir de forma gratuita y sin ninguna restricción. La utilidad total entre 1995-2050, que recoge la suma descontada de la utilidad en cada periodo, es un 0,31% inferior comparada con el escenario *BAU*.

El PIB, por ejemplo, disminuye progresivamente hasta alcanzar una reducción del 1,2 por ciento en

⁶ *Plan Nacional de Asignación (PNA) 2005-2007 y 2008-2012* (RD 1886/2004 y RD1360/2006)

2050. Para entender la evolución de este indicador es necesario conocer la evolución de las variables que lo forman. Esto supone analizar la evolución del consumo privado y la inversión, ya que el gasto público y la balanza comercial son idénticas en el escenario *BAU* y en el escenario *Kyoto 2050*.

La figura 5 muestra como el consumo privado aumenta inicialmente y después disminuye, mientras que la inversión decrece progresivamente y a lo largo de todos los periodos. Esto nos muestra como el consumo y las emisiones pueden aumentar, paradójicamente, ante el anuncio de una política ambiental (Bie 2000). El motivo es que los agentes anticipan la política de restricción de las emisiones y ajustan su comportamiento de cara a maximizar su utilidad. Una elección óptima puede llevarles a desplazar una mayor parte del consumo al presente donde genera una mayor utilidad. Y aumentar así las emisiones en un inicio. Este desplazamiento tiene, sin embargo, ciertas limitaciones ya que un mayor consumo supone un menor ahorro y una menor acumulación de capital, lo se traduce en una menor capacidad productiva y, finalmente, en un menor consumo futuro.

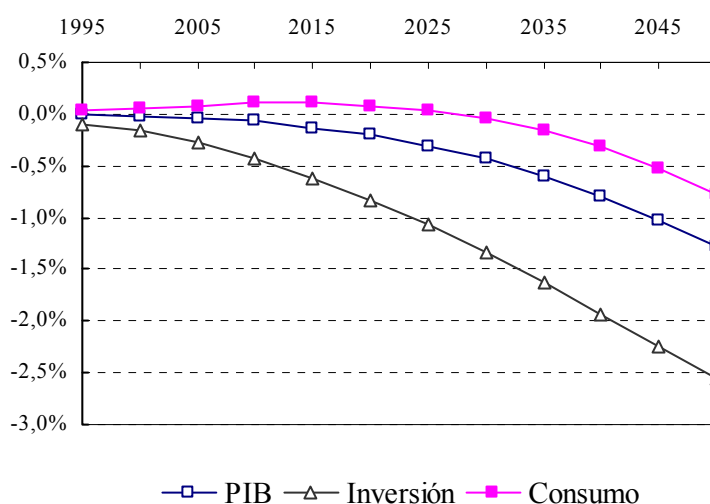


Figura 5: Variación Consumo, Inversión y PIB *escenario Kyoto 2050* respecto a *BAU*

Tabla 1: Resultados Generales escenario *Kyoto 2050* respecto a *BAU*

	1995	2010	2030	2050
<i>Macroeconomía (% variación cantidades)</i>				
Utilidad	0,04	0,10	-0,10	-0,99
PIB	0,00	-0,06	-0,44	-1,27
Consumo Privado	0,04	0,10	-0,04	-0,77
Inversión	-0,10	-0,43	-1,33	-2,55
<i>Comercio Internacional (% variación cantidades)</i>				
Importaciones	-0,02	-0,15	-4,20	-9,71
Exportaciones	-0,02	-0,15	-4,26	-9,84
<i>Sectores (% variación cantidades)</i>				
Producción sector Agricultura ¹	0,03	0,06	-0,83	-2,61
Producción sector Industria	-0,03	-0,18	-1,75	-3,83
Producción sector Servicios	0,01	0,00	-0,24	-0,83
Consumo bienes Agricultura	0,03	0,03	-1,72	-5,11
Consumo bienes Industria	0,05	0,11	-1,01	-1,01
Consumo bienes Servicios	0,04	0,10	0,42	0,42
<i>Consumo Energético² (% variación cantidades)</i>				
Consumo energía Total	0,00	-0,06	-11,19	-23,47
Consumo energía Productores	-0,02	-0,14	-14,96	-30,35
Consumo energía Consumidores	0,04	0,07	-4,36	-11,03
<i>Emisiones de Efecto Invernadero (% variación cantidades)</i>				
Emisiones Totales	0,00	-5,03	-35,02	-51,06
Emisiones Combustión	0,00	-0,08	-23,83	-45,35
Emisiones Proceso	0,01	-18,92	-68,04	-69,46
Precio Permisos (euro / ton. CO2 eq.)	0,00	0,00	24,05	92,01
<i>Precios (precios índice 1995 = 1)</i>				
Índice general de precios	1,00	1,00	1,00	1,00
Precio Capital	1,00	1,00	0,99	0,98
Precio Trabajo	1,00	1,00	0,99	0,96
Tasa de cambio	1,00	1,00	1,02	1,04
<i>Cierre del modelo (variación cantidades)</i>				
Gasto Público	0,00	0,00	0,00	0,00
Deficit Comercial	0,00	0,00	0,00	0,00

¹ Los 22 sectores están agrupados en tres: Agricultura (1), Industria (2 a 16) y Servicios (17 a 22)

² El consumo de Energía comprende el consumo de carbón, petróleo, gas natural y electricidad.

La estructura económica también se ve afectada por la política climática. El escenario *Kyoto 2050* induce una terciarización general en la actividad económica que se manifiesta en una translación de la actividad hacia sectores/productos menos intensivos en emisiones de GEIs. La tabla 1 nos permite analizar este fenómeno a través de la evolución de los agregados Agricultura, Industria y Servicios. La actividad de la Agricultura disminuye por su carácter intensivo en emisiones de proceso (sobre todo en metano) y la de Industria, sobre todo, por su intensidad en emisiones de combustión (CO₂). Por otro lado, el agregado sector servicios, se ve poco afectado e incluso aumenta su consumo ligeramente. El importante peso del sector servicios en el sistema económico es lo que permite que, a pesar la reducción significativa de la actividad mostrada por algunos sectores (ver apartado 5.2), el consumo total finalmente no disminuya en exceso, y se mantenga en unos de límites razonables (-0,7% en 2050)

La tabla 1 muestra como una reducción de emisiones de un 51%, respecto al escenario *BAU*, es compatible con una reducción del consumo energético de un 23%. Esto no significa que el consumo de energía disminuya en términos absolutos; éste seguirá creciendo pero lo hará a un ritmo menor que en el escenario *BAU*. Según el modelo y los datos utilizados, esta reducción del consumo energético del 23% es compatible con una disminución del PIB de un 1,27%, lo que ilustra un desacople relativo entre producción y consumo energético. Las posibilidades de sustitución entre inputs, los cambios en los patrones de producción y consumo (outputs) y las mejoras tecnológicas exógenas que hemos considerado en el modelo explican este grado de desacople.

Los efectos de la política climática sobre el comercio internacional se traducen en una ligera pérdida de competitividad. Esto es lógico, ya que estamos simulando una reducción de emisiones a nivel doméstico, mientras suponemos que en el entorno no se aplican estas mismas políticas⁷. Las

⁷ Este supuesto simplifica mucho la modelización, aunque no considera la existencia del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (EU-ETS), ni la posibilidad de utilizar los Mecanismos de Kyoto (Mecanismo de Desarrollo Limpio y Aplicación Conjunta). Estos elementos modificaría las distorsiones en el comercio y reduciría los costes de mitigación, ya que extendería las posibilidades de reducir emisiones.

importaciones se reducen, principalmente, por el descenso en el consumo de combustibles fósiles, pero las exportaciones se reducen en mayor medida, ya que el coste de los permisos de emisión hace que el precio de los productos domésticos aumente y estos pierdan así competitividad frente a los extranjeros.

Por último, analizamos el efecto sobre los precios. En un modelo de equilibrio general los precios son relativos, y utilizamos como referencia el índice general. Los resultados muestran que la política ambiental produce 1) una disminución del precio del trabajo y del capital y 2) un aumento de los precios de la energía y los permisos de emisión. Los permisos de emisión son cada vez más escasos, lo que hace aumentar su precio y el de los factores y productos más estrechamente vinculados con las emisiones, mientras que en el precio del resto de factores tiende a disminuir.

5.2 Resultados sectoriales

Una de las ventajas del modelo utilizado es que nos permite conocer los efectos sectoriales. La desagregación sectorial es importante ya que las políticas de mitigación tienen impactos muy diversos, que no es posible conocer con un análisis puramente macroeconómico. En un MEGA los factores de producción son exógenos y, por lo tanto, los cambios sectoriales deben entenderse como un desplazamiento de recursos de unos sectores a otros que, con la política ambiental, resultan ahora más rentables. En general, puede decirse que los impactos sectoriales surgen de una combinación de efectos por el lado de la oferta; donde los sectores más intensivos en emisiones sufren un aumento en sus costes de producción y por el lado de la demanda; donde el precio más alto de los productos intensivos en emisiones hace disminuir su consumo. Además también influyen toda una serie de impactos indirectos, también llamados de “segunda ronda”, que se extienden a través de toda la cadena intersectorial. Estos efectos se materializan finalmente, y como hemos visto, en un cambio en la estructura económica dando un mayor peso a los sectores y productos que están relacionados con una menor intensidad en emisiones de GEIs.

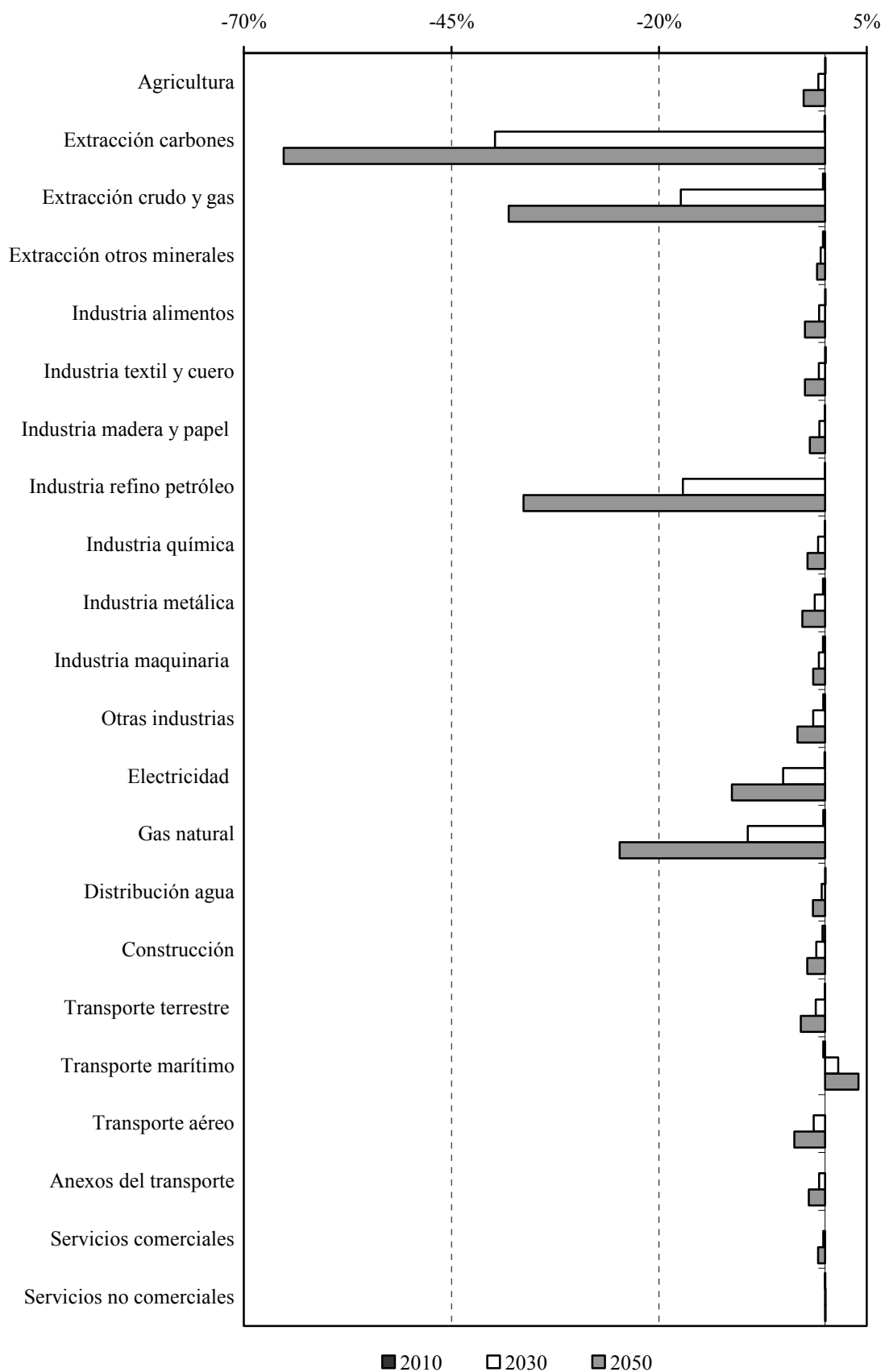


Figura 6: Variación producción sectorial *escenario Kyoto 2050* respecto a BAU

La figura 6 muestra el efecto sobre la producción en los 22 sectores analizados y en tres momentos del tiempo; en 2010, 2030 y 2050. Los sectores más afectados son el sector Extracción de carbón, el sector Extracción de crudo y gas (su peso en la economía es casi nulo), el sector Industria del refino de petróleo y el sector Gas natural. Esto se debe al aumento del precio relativo de los combustibles fósiles y su sustitución progresiva como producto para consumo final o consumo intermedio. El sector eléctrico, aunque también sufre un recorte considerable, su impacto es menor, ya que la producción de electricidad es más flexible en cuanto a la posibilidad de sustituir inputs.

Un grupo amplio de sectores (Agricultura, Industria Química, Industria Metálica, Transporte aéreo, Transporte por carretera) sostiene un impacto moderado sobre su actividad productiva con reducciones que alcanzan entorno al 2-3%. Por otro lado, observamos que el efecto en los sectores servicios es casi nulo. Incluso el sector Servicios no Comerciales aumenta ligeramente su producción.

Por último, y aunque puede sorprender, el sector Transporte marítimo aumenta su actividad productiva. Aunque este sector es más intensivo en cuanto a emisiones de GEIs que muchos otros, sectores lo es menos que sus sustitutos más cercanos; el sector Transporte terrestre y el sector Transporte aéreo. Esto provoca que gran parte de la actividad de transporte de pasajeros y mercancías sea canalizada a través de este sector. Este efecto es un buen ejemplo de la importancia que tiene considerar los impactos indirectos en las políticas de mitigación.

5.3 Otros resultados: energía y permisos de emisión

A continuación vamos a analizar otros resultados relevantes y que están relacionados con el consumo de energía y los permisos de emisión. La figura 7 recoge la variación en el consumo de energía desagregado por tipos de combustibles. Esta figura ilustra como las políticas de mitigación de GEIs condicionan el mix energético, de forma que progresivamente se van sustituyendo

combustibles más contaminantes, carbón y petróleo, por otros menos contaminantes, como el gas natural. Finalmente, en 2050 el consumo de carbón se reduce respecto al *escenario BAU* un 63%, el petróleo un 36%, y el gas natural y la electricidad, 24% y 11%, respectivamente. En un inicio, la mayor parte de la reducción proviene de las emisiones de proceso, pero a medida que los objetivos son más intensos, la reducción proviene de las emisiones de combustión. Es entonces cuando los cambios en el mix energético comienzan a ser más apreciables.

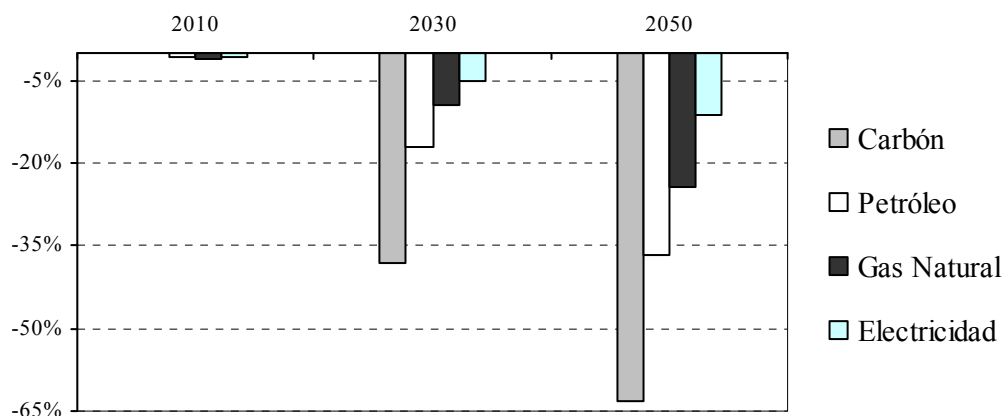


Figura 7: Variación consumo final por tipo de energía *escenario Kyoto 2050* respecto a *BAU*

A partir de los resultados de un MEGA podemos obtener implícitamente las curvas de costes marginales de reducción de emisiones (CMR) y, por lo tanto, conocer los precios de los permisos de emisión (Ellerman *et al* 1998). La solución del modelo nos asegura que la reducción será coste-efectiva, es decir, en equilibrio el CMR para todos los agentes será idéntico, y este será precisamente el precio de los permisos en cada momento. Una de las ventajas de obtener las curvas de CMR a través de un MEGA es que incorporan los costes directos y también los indirectos, algo que los estudios de tipo tecnológico o “bottom-up” suelen ignorar.

El precio de los permisos (figura 8) es nulo en un inicio, cuando no hay restricción en las emisiones, pero a medida que los objetivos de reducción son más intensos el precio aumenta hasta alcanzar los 92 euros por tonelada en 2050. La evolución conjunta de los precios y los objetivos de reducción ilustra como el coste de reducir emisiones aumenta más que proporcionalmente, ya que las mejores

opciones tecnológicas van siendo utilizadas. Los resultados obtenidos, aunque están en la línea de sugerido por literatura (Weyant, 2004), aunque hay que recordar son reflejo de una política unilateral en España.

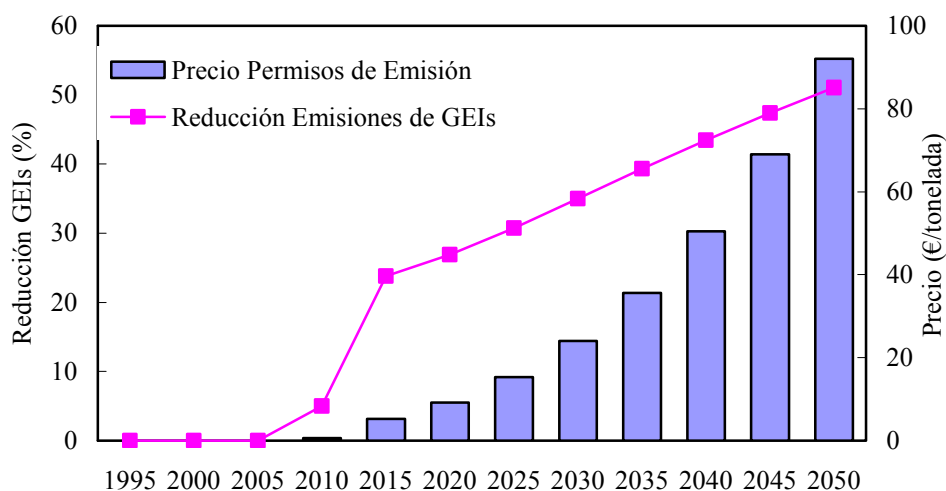


Figura 8: Precio de los permisos de emisión y reducción de GEIs *escenario Kyoto 2050* respecto a *BAU*

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es en una de las piezas fundamentales para poder interpretar los resultados obtenidos en un modelo calibrado, especialmente cuando existen incertidumbres importantes e inevitables. Para ello, asignaremos diferentes valores a los parámetros del modelo y compararemos los resultados con los valores originales. De esta forma estaremos aislando el efecto de cada uno de los parámetros sobre los resultados finales.

En concreto, en este análisis vamos a evaluar dos aspectos clave: en primer lugar, 1) el efecto de posibles cambios en las políticas de mitigación, ya que dependen de acuerdos internacionales que están todavía en fase de desarrollo (Poznan 2008, Copenhague 2009) y, en segundo lugar, 2) el efecto de posibles variaciones en los parámetros económico-tecnológicos, como son el crecimiento económico o las elasticidades de sustitución.

6.1 Sensibilidad ante factores políticos

La figura 9 recoge las variaciones en el PIB para en el año 2050 ante factores “políticos”. En la primera parte mostramos el efecto de retrasar los plazos de Kyoto; es decir, en vez de alcanzar los objetivos de Kyoto en 2008-2012 se alcanzarían en 2015, 2020 o hasta 2025. En la segunda parte recogemos el efecto de un endurecimiento de los objetivos: es decir, aunque Kyoto establece que las emisiones no deben superar un 15% los niveles de 1990, el límite lo fijamos en un 10% sobre los niveles de 1990, en un 5% o en los mismos niveles de 1990. Estabilizar las emisiones en los niveles de 1990 supone realmente reducir un 62% las emisiones respecto al *escenario BAU* en 2050.

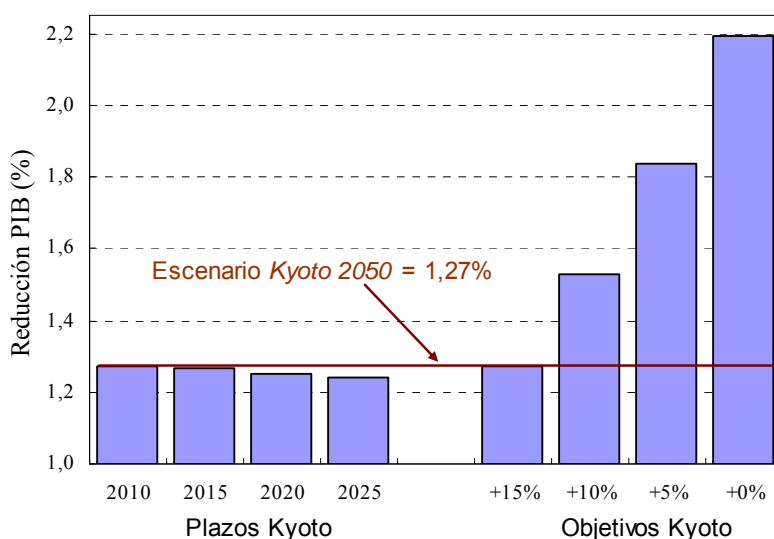


Figura 9: Sensibilidad ante factores políticos, % PIB en 2050 *escenario Kyoto 2050* respecto a *BAU*

Retrasar los plazos de cumplimiento disminuye los impactos económicos, pero muy ligeramente. Retrasar en 10 años el cumplimiento de los objetivos de Kyoto en España supone reducir los costes en términos de PIB y para el año 2050 de un 1,27% a un 1,25%. Si la tecnología mejorase al ritmo actual, parece mejor opción actuar antes que después, ya que esto evitaría la acumulación por más tiempo de los GEIs en la atmósfera y ayudaría además a crear incentivos para acelerar el cambio tecnológico hacia una economía baja en carbono.

Endurecer los objetivos de reducción de GEIs, por el contrario, sí supone un impacto importante sobre la actividad económica. Reducir las emisiones hasta los niveles de 1990 supone aumentar los

costes en términos de PIB y para el año 2050 de un 1,27% a un 2,21%. Los costes aumentan más que proporcionalmente a medida que los objetivos son más intensos; un objetivo de reducción un 15 % mayor que lo fijado en Kyoto supone doblar los costes en 2050.

Encontrar la senda óptima de reducción de emisiones requiere analizar los costes y los beneficios globales asociados a dichas reducciones. En lo que respecta al impacto económico regional podemos extraer al menos una conclusión importante: que la elección de plazos es poco significativa en comparación con la elección de objetivos. Estos resultados están sujetos, lógicamente, a la evolución exógena de la tecnología que hemos considerado. Esto es lo que SE analizará a continuación.

6.2 Sensibilidad ante factores económico-tecnológicos

Los parámetros económico-tecnológicos tienen un rango de incertidumbre, diferente por su naturaleza a los factores políticos, pero también importante. Para medir su influencia vamos dividir el análisis tres bloques. En primer lugar, analizaremos el parámetro de crecimiento económico (g), en segundo lugar, estudiaremos el efecto de la eficiencia en emisiones de combustión y proceso (φ) y, por último, analizaremos, todas las elasticidades de sustitución (σ).

Los resultados de este análisis se presentan agrupados en el gráfico tornado de la figura 10, que recoge las variaciones en el PIB en 2050 para los distintos valores de cada parámetro. Cada fila muestra el valor original del parámetro, y entre paréntesis el valor máximo y el mínimo investigado. Los variables están ordenados según el grado de variabilidad del impacto, aunque no todas las variables son comparables. A mayor valor de los parámetros menor coste de mitigación, ya que representa una mejor tecnología y mayores posibilidades de reducir las emisiones a un coste menor. La excepción es el parámetro de crecimiento (g) que al aumentar su valor aumentan las emisiones futuras y también lógicamente los esfuerzos de mitigación. Unas tasas de crecimiento (g) entre 2,3 y 2,7% de media anual muestran variaciones en las reducciones del PIB en 2050 entre un 0,9 y 1,5%.

Las variaciones en el parámetro ϕ^C –mejora tecnológica en emisiones de combustión- tiene un impacto notable sobre los costes, ya que el peso de estas emisiones sobre el total es considerable (75%) y las previsiones de crecimiento son elevadas. Si su valor en 2050 se situará entre 0,5% o 1,5%, en la reducción del PIB podría variar entre 0,6 y 2,1%. El parámetro ϕ^P –mejora tecnológica en emisiones de proceso-, también influye en los costes de mitigación (1,1-1,4%), pero tiene una menor relevancia.

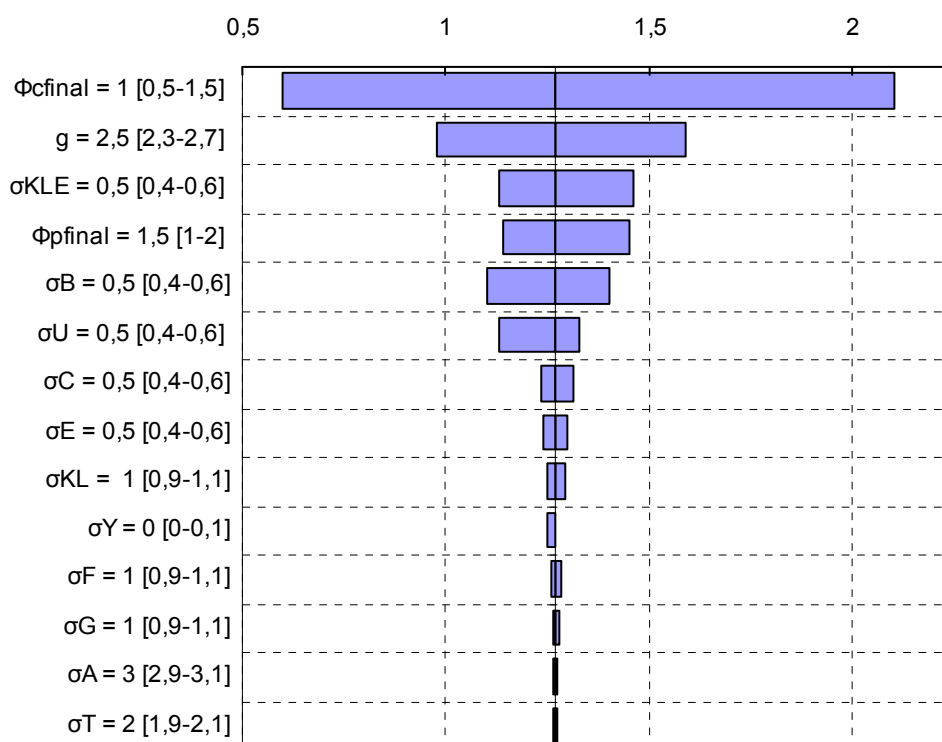


Figura 10: Sensibilidad ante factores económico-tecnológicos, % PIB en 2050 *escenario Kyoto 2050* respecto a *BAU*

Un aspecto a destacar a la hora de analizar la sensibilidad de las elasticidades es que no influyen sobre la evolución del *escenario BAU*; su efecto surge *a posteriori* y como reacción de los agentes ante la política ambiental. Por lo tanto, el nivel de reducción de emisiones es idéntico para cualquier valor de las elasticidades. Los valores alternativos en todas las elasticidades los obtenemos variando una décima, por encima y por debajo, el valor original.

El figura 10 muestra como la elasticidad de sustitución entre energía y capital/trabajo (σ^{KEL}) ejerce una gran influencia sobre los resultados. La restricción sobre las emisiones eleva el precio de los permisos y de la energía, lo que fomenta su sustitución por capital-trabajo. La posibilidad de sustituir electricidad y combustibles fósiles (σ^E) y de intercambio entre los propios combustibles (σ^F) es también importante. En cualquier caso, observamos que los costes disminuyen a medida que aumentan las posibilidades para avanzar hacia una economía menos intensiva en energía y carbono, y que su efecto cuantitativo es considerable.

Existe otras elasticidades que tienen un impacto relevante, como por ejemplo: la elasticidad intertemporal de utilidad (σ^U), la elasticidad de sustitución entre bienes energéticos y no energéticos (σ^C) y la elasticidad de proceso (σ^B). La elasticidad intertemporal de utilidad permite una mayor flexibilidad para desplazar consumo hacia el presente donde genera mayor utilidad, y la elasticidad de sustitución entre bienes y servicios nos revela la importancia que puede tener la modificación de los patrones de consumo hacia otros menos intensivos en GEIs. La elasticidad de proceso (σ^B) tiene un impacto mayor en los primeros periodos, ya que es posible reducir una cierta cantidad de emisiones de proceso con un coste inferior a la reducción de las emisiones de combustión.

El resto de elasticidades tiene una influencia menor. Esto se debe a que las variables motivo de sustitución son menos importantes o a que se encuentran en un nivel más bajo de anidación dentro de las funciones producción o consumo. También existen otras razones como, por ejemplo, en el caso de las elasticidades de comercio internacional (σ^A , σ^T), donde su menor impacto se debe principalmente a la limitación *ad hoc* impuesta sobre el déficit de comercio.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo analiza los mecanismos y variables que influyen sobre los costes de mitigación de GEIs en España. Para ello utiliza un modelo de equilibrio general dinámico (MEGA) que simula un mercado de permisos de emisión. La política estudiada consiste en el cumplimiento y estabilización en el largo plazo de los objetivos del Protocolo de Kyoto (escenario *Kyoto 2050*).

Para poder situar los resultados en perspectiva es necesario conocer algunas características y limitaciones del modelo. En primer lugar, el marco de análisis utilizado supone unos *agentes* racionales y con expectativas perfectas, y unos *mercados* competitivos y en equilibrio. En segundo lugar, los *costes de transacción* de la política no son tenidos en cuenta. Estos costes son difíciles de medir (McCann et al. 2005) y se ha optado por considerar a los factores perfectamente móviles entre sectores. En tercer lugar, se supone que la mitigación de GEIs en España es unilateral. Una modelización más realista en las dos primeras cuestiones supondría elevar los costes de mitigación estimados, y la tercera supondría reducirlos.

Este trabajo no se ha considerado tampoco el papel que puede jugar la fiscalidad de cara a reducir los costes de mitigación. La literatura señala (Bosquet 2000) que puede existir un doble dividendo, ambiental y económico, si se utilizaran los ingresos de la política ambiental para reducir otros impuestos distorsionantes. Por otro lado, la tecnología considerada en el modelo es exógena, y especificación endógena sería más satisfactoria (Lochel 2002). Es importante resaltar, por último, que se han analizado únicamente los costes de mitigación (costes de “*actuar*”), pero no los daños o *costes del cambio climático* (costes de “*no actuar*”).

A continuación destacamos algunas conclusiones extraídas a lo largo de este estudio. La primera es que una política destinada a reducir las emisiones de GEIs en España tendrá que asumir ciertos costes. Sin embargo, la sustitución de combustibles y otros inputs, las medidas de “final de tubería”,

los cambios en los patrones de producción y consumo o las mejoras tecnológicas podrían mantener estos costes dentro de unos límites razonables.

Estabilizar las emisiones en los límites fijados por el Protocolo de Kyoto (Escenario *Kyoto 2050*) supone una reducción del PIB en 2050 alrededor del 1%, dependiendo de los factores analizados. Hemos visto también que el anuncio de la política podría elevar inicialmente el consumo y las emisiones, pero finalmente éste caería por debajo del escenario *BAU*. Por otro lado, la política induce un desacople relativo entre PIB y consumo energético, y un cambio del mix energético hacia combustibles menos intensivos en emisiones. Los resultados a nivel sectorial son diversos ya que la nueva política generará perdedores (industrias intensivas en energía y materiales) y también ganadores (transporte marítimo y sector servicios). Finalmente, el precio de los permisos de emisión en un mercado doméstico como el simulado para España alcanzaría los 24 Euros por tonelada en 2030 y 92 Euros en 2050, ya que el empuje del crecimiento económico hará que este nuevo factor se cada vez más escaso.

Los resultados obtenidos están sujetos a la variabilidad propia de los parámetros. El análisis de sensibilidad a factores políticos (plazos y objetivos) muestra que el impacto de los plazos no es significativo, frente a la importancia que tiene la elección de los objetivos. El análisis de sensibilidad a factores económico-tecnológicos muestra como algunos parámetros son clave; como a la eficiencia en emisiones y la sustitución entre inputs energéticos. Por último, el ritmo de desarrollo tecnológico es crucial para lograr que la mitigación de emisiones sea compatible con el crecimiento económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armington, P. (1969): “A theory of demand for products distinguished by place of production”, IMF Staff Papers, 16, págs.158-178.
- Babiker, M.H., Mayer M., Wieng I.S., Hyman, R. C., (2001): *The MIT emissions prediction and policy analysis (EPPA) model*, MIT Global Change Joint Program, 71, Cambridge.
- Bosquet, B., 2000, “Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence”, *Ecological Economics*, 34, 19– 32.
- Bye, B. (2000): “Environmental tax reform and producer foresight: An intertemporal computable general equilibrium analysis”, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 22, No. 6, págs.719-752.
- Barro, R.J, Sala-i-Martin, X. (1995): *Economic growth*, McGraw-Hill, New York.
- Chesnay P., Weyant, J.P. (2006): Multi-Greenhouse Gas Mitigation and Climate Policy, ed. Chesnay F. and Weyant, J.P., The Energy Journal, special issue, 2006
- Dellink, R.B. (2005): *Modelling the costs of environmental policy: a dynamic applied general equilibrium assessment*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Dirkse, S.P., Ferris, M.C. (1995): "The PATH solver: A non-monotone stabilization scheme for mixed complementarity problems", *Optimization Methods and Software*, 5, págs.123-156.
- Ellerman, A., Deceaux, A. (1998): *Analysis of Post-Kyoto CO2 emissions trading using marginal abatement curves*, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, MIT, Cambridge.
- Eurostat (2005): *Energy and environment statistics*, European Statistic Office, Luxemburgo.
- Jones, C.I. (1995): “Time series tests of endogenous growth models”, *Quarterly Journal of Economics*, 110, págs.495-525.
- Ginsburgh, V, Keyzer, M.A. (1997): *The structure of applied General Equilibrium Models*, MIT Press, Cambridge

- Gómez, A. (2007), "Política medioambiental y sustitución tecnológica entre inputs", *Hacienda Pública Española*, 181, págs.9-28.
- González, M. (2007): Impacto Económico del control del cambio climático en España, Estudios de la Fundación, Serie Tesis, FUNCAS.
- Hyman, R.C., Reilly, J.M., Babiker, M.H., De Másin, A., Jacoby, H. D. (2003): "Modeling non-CO2 greenhouse gas abatement", *Environmental Modeling and Assessment*, 8, págs.175-186.
- INE, (2002a), *Contabilidad Nacional de España. Serie Contable 1995-2000. Marco Input-Output*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- INE, (2002b), *Estadísticas de Medio Ambiente, Cuentas Ambientales*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Lau, M.I., Pahlke, A., Rutherford, T.F. (2002): "Approximating infinite-horizon models in a complementarity format: A primer in dynamic general equilibrium analysis", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26, págs.577-609.
- Labandeira, X., Rodriguez, M., (2006), "The effects of a sudden CO2 reduction in Spain", en De Miguel, C., Labandeira, X. y Manzano, B. (Eds) *Economic Modelling of Climate Change and Energy Policies*. Edward Elgar, Cheltenham
- Loschel, A., (2002), "Technological change in economic models of environmental policy: a survey", *Ecological Economics*, 43(2), págs. 105-126.
- McCann, L., Colby, B., Easter, K.W., Kasterine, A., Kuperan, K. V., (2005), "Transaction cost measurement for evaluating environmental policies", *Ecological Economics*, 52(4), 527-542.
- Michaelis, P. (1999): "Sustainable greenhouse policies: the role of non-CO2 gases", *Structural Change and Economic Dynamics*, 10, págs. 239-260.
- Nordhaus, W.D. (1993): "Rolling the "DICE": An optimal transition path for controlling greenhouse gases", *Resource and Energy Economics*, 15, págs. 27-50.
- Ocaña, C. (2004): "Impacto del Protocolo de Kyoto sobre la Economía Española", *Revista interdisciplinar de gestión ambiental*, 63, págs. 12-26.

- Reilly, J., Mayer, M., Harnisch, J. (2002): "Multiple Gas Control Under the Kyoto Agreement", *Environmental Modeling and Assessment*, 7, págs.217-229.
- Rutherford, T., Paltsev, S., 2000, *GTAP-EG: Incorporating energy statistics into GTAP format*, Documento de Trabajo, University of Colorado.
- Shoven, J., Whalley, J. (1992): *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Springer, U. (2003): "The Market for tradable GHG Permits under the Kyoto Protocol: a survey of model studies", *Energy Economics*, 25, págs.527-551.
- Weyant, P. (1999): "The Costs of the Kyoto Protocol: a Multi-Model Evaluation", edited by John P. Weyant, *The Energy Journal*, special issue, 1999.

APÉNDICES

1. ECUACIONES DEL MODELO Y NOTACIÓN CIENTÍFICA

1. Productores

*Funciones de Producción por sectores*⁸ $\forall(j,t)$

$$Y_{j,t} = f\left(Y_{1,j,t}^{ID}, \dots, Y_{J,j,t}^{ID}; K_{j,t}; L_{j,t}; E_{j,t}^P; \sigma^Y, \sigma^{KEL}, \sigma^{KL}, \sigma^E, \sigma^{E1}\right) \quad (1)$$

Condición de Beneficio Cero por sectores $\forall(j,t)$

$$\left(P_{j,t} + \tau_j^P\right) \cdot Y_{j,t} = P_{j,t} \cdot Y_{jj,j,t}^{ID} + P_{K,t} \cdot K_{j,t} + \left(P_{L,t} + \tau_j^L\right) \cdot L_{j,t} + P_{E,t} \cdot E_{j,t}^P \quad (2)$$

2. Consumidores

Función de Utilidad Total Intertemporal

$$U = CES(U_1, \dots, U_t; \sigma^U) \quad (3)$$

Función de Utilidad Instantánea $\forall t$

$$U_t = f(C_{1,t}, \dots, C_{J,t}; \sigma^C, \sigma^F, \sigma^G) \quad (4)$$

Condición de Balance Presupuestario $\forall t$

$$\left[P_{K,t} \cdot K_t + P_{L,t} \cdot L_t + T_t\right] - \left[\sum_{j=1}^J \left(P_{j,t} + \tau_j^C\right) \cdot C_{j,t} + P_{E,t} \cdot E_t^C + S_t\right] = 0 \quad (5)$$

3. Gobierno

Consumo Público del Gobierno

$$\bar{G}_t = CES(G_{1,t}, \dots, G_{J,t}) \quad (6)$$

Condición de Balance Presupuestario

$$P_{E,t} \cdot (E_t^P + E_t^C) + \sum_{j=1}^J (P_{L,t} \cdot \tau_j^L \cdot L_{j,t} + P_{j,t} \cdot \tau_j^C \cdot C_{j,t} + P_{j,t} \cdot \tau_j^P \cdot Y_{j,t}) = \sum_{j=1}^J P_{j,t} \cdot \bar{G}_{j,t} + T \quad (7)$$

⁸ La estructura anidada de producción se representa gráficamente en las figuras 2.4, 2.5 y 2.6. La ecuación 1 es una forma reducida de presentar dichas funciones, mediante los inputs y las elasticidades, para evitar su gran extensión algebraica. A modo de ejemplo; una función CES para el caso de dos niveles de anidamiento y dos inputs tiene la siguiente forma:

El primer nivel: $Y = CES(X_1, X_2; \sigma) = (a_1 X_1^{\sigma-1/\sigma} + a_2 X_2^{\sigma-1/\sigma})^{\sigma/\sigma-1}$ y el segundo nivel:

$X_2 = CES(X_3, X_4; \psi) = (a_3 X_3^{\psi-1/\psi} + a_4 X_4^{\psi-1/\psi})^{\psi/\psi-1}$, donde a_1, a_2, a_3, a_4 son parámetros y σ, ψ representan las elasticidades de sustitución entre los inputs.

4. Comercio Internacional

*Función Armington entre bienes importados y domésticos*⁹ $\forall(j,t)$

$$Y_{j,t}^{TS} = CES(Y_{j,t}, M_{j,t} : \sigma^A) \quad (8)$$

Función Transformación entre bienes exportados y domésticos $\forall(j,t)$

$$Y_{j,t}^{TD} = CET(Y_{j,t}^D, X_{j,t} : \sigma^T) \quad (9)$$

Cierre del modelo con el Resto del Mundo $\forall t$

$$\sum_{j=1}^J P_{X,t} (M_{j,t} - X_{j,t}) = \overline{XD}_t \quad (10)$$

5. Crecimiento y Progreso tecnológico

Crecimiento exógeno de la oferta efectiva de trabajo $\forall t$

$$\bar{L}_{t+1} = \bar{L}_t \cdot (1 + g) \quad (11)$$

Crecimiento endógeno del stock de capital $\forall t$

$$K_{t+1} = K_t \cdot (1 - \delta) + I_t \quad (12)$$

Condición de transversalidad para el stock final de capital $\forall t$

$$\frac{I_T}{I_{T-1}} = \frac{U_{T,priv'}}{U_{T-1,priv'}} \quad (13)$$

Progreso tecnológico para emisiones de combustión y proceso

$$\varphi_t = \varphi_{t_0} \cdot \frac{1}{1 + (\varphi_{t_0} / \varphi_{t_0} - 1) \cdot e^{-t}} \quad (14)$$

6. Emisiones

Emisiones Productores $\forall t$

$$E^P = \varphi_t^C \cdot \left(\sum_{e=1}^3 \alpha_e \cdot \sum_{j=1}^J Y_{e,j,t}^{ID} \right) + \varphi_t^P \cdot \left(\sum_{j=1}^J x_j \cdot Y_{j,t} \right) \quad (15)$$

Emisiones Consumidores $\forall t$

$$E_t^C = \varphi_t^C \cdot (y_e \cdot C_{e,t}) + \varphi_t^C \cdot (z \cdot \sum_{j=1}^J C_{j,t}) \quad (16)$$

Reducción de emisiones de proceso Productores $\forall(j,t)$

$$Y_{j,t} = CES(Y_{j,t}^A, E_{j,t}^{PR} : \sigma^B) \quad (17)$$

⁹ La estructura anidada del comercio se representa gráficamente en la figura 2.8.

7 Condiciones de Equilibrio de Mercado

Balance mercado bienes y servicios $\forall(j,t)$

$$Y_{j,t}^{DD} = \sum_{jj=1}^J Y_{j,j,t}^{ID} + C_{j,t} + G_{j,t} + I_{j,t} \quad (18)$$

Balance mercado de capital $\forall t$

$$\sum_{j=1}^J K_{j,t} = K_t \quad (19)$$

Balance mercado de trabajo $\forall t$

$$\sum_{j=1}^J L_{j,t} = \bar{L}_t \quad (20)$$

Balance mercado de Ahorro/Inversión $\forall t$

$$S_t = \sum_{j=1}^J P_{j,t} \cdot I_{j,t} + \overline{XD}_t \quad (21)$$

Balance mercado de permisos de emisión $\forall t$

$$\bar{E}_t = E_t^P + E_t^C \quad (22)$$

Símbolos

Índices

Nombre	Entradas	Descripción
j, jj	1, ..., J	Sectores / Bienes y servicios
t	1, ..., T	Periodos
e	Carbón, Petróleo, Gas	Combustibles Fósiles

Parámetros

Nombre	Descripción
g	Tasa de crecimiento de la oferta efectiva de trabajo
δ	Tasa de depreciación del capital
σ^Y	Elasticidad de sustitución entre Energía-Capital-Trabajo y Materiales
σ^{KLE}	Elasticidad de sustitución entre Energía y Capital-Trabajo
σ^{KL}	Elasticidad de sustitución entre Capital y Trabajo
σ^E	Elasticidad de sustitución entre Electricidad y Combustibles Fósiles
σ^{E1}	Elasticidad de sustitución entre Carbón, Petróleo y Gas Natural
σ^U	Elasticidad de sustitución intertemporal de la utilidad instantánea

σ^C	Elasticidad de sustitución en el consumo entre bienes energéticos y no energéticos
σ^F	Elasticidad de sustitución en el consumo entre bienes energéticos
σ^G	Elasticidad de sustitución en el consumo entre bienes no energéticos
σ^B	Elasticidad de sustitución entre producción/consumo y emisiones de proceso
σ^A	Elasticidad de sustitución entre bienes importados y domésticos
σ^T	Elasticidad de transformación entre bienes exportados y domésticos
τ_j^L	Tasa impositiva en el trabajo en el sector j
τ_j^P	Tasas impositiva en la producción en el sector j
τ_j^C	Tasa impositiva en el consumo en el bien j
T_t	Transferencias entre consumidores y gobierno en el periodo t
α_e	Coefficientes de emisión de combustión para los productores en el combustible e
γ_e	Coefficientes de emisión de combustión para los consumidores en el combustible e
x_j	Coefficientes de emisión de proceso para el sector j
z	Coefficientes de emisión de proceso para el consumidor representativo
φ_t^C	Ecoeficiencia de combustión en el periodo t
φ_t^P	Ecoeficiencia de proceso en el periodo t

Variables endógenas

Nombre	Descripción
$Y_{j,t}$	Producción del sector j en el periodo t
$Y_{j,t}^A$	Producción del sector j en el periodo t antes del abatimiento en las emisiones de proceso
$Y_{j,j,t}^{ID}$	Demanda intermedia del input jj en el sector j y en el periodo t
$Y_{j,t}^D$	Demanda doméstica del bien j en el periodo t
$Y_{j,t}^{TS}$	Oferta total del bien j en el periodo t
$Y_{j,t}^{TD}$	Demanda total del bien j en el periodo t
$M_{j,t}$	Importaciones del bien j en el periodo t
$X_{j,t}$	Exportaciones del bien j en el periodo t
$K_{j,t}$	Demanda de capital del sector j en el periodo t
$L_{j,t}$	Demanda de trabajo del sector j en el periodo t
U	Utilidad total consumidores
U_t	Utilidad consumidores en el periodo t

U_t^A	Utilidad consumidores en el periodo t antes del abatimiento de las emisiones de proceso
$C_{j,t}$	Consumo privado del bien j en el periodo t
$G_{j,t}$	Consumo público del bien j en el periodo t
S_t	Ahorro en el periodo t
$I_{j,t}$	Inversión en el sector j en el periodo t
K_t	Demanda de capital en el periodo t
$P_{j,t}$	Precio de equilibrio del bien j en el periodo t
$P_{k,t}$	Precio de equilibrio del capital en el periodo t
$P_{L,t}$	Precio de equilibrio del salario en el periodo t
$P_{E,t}$	Precio de equilibrio de los permisos de emisión en el periodo t
$P_{X,t}$	Tasa de intercambio o precio de equilibrio en el comercio internacional en el periodo t
$P_{I,t}$	Precio de equilibrio de la inversión en el periodo t
$E_{j,t}^P$	Emisiones productores en el periodo t
E_t^C	Emisiones consumidores en el periodo t
$E_{j,t}^{PR}$	Emisiones de proceso productores en el periodo t
E_t^{PR}	Emisiones de proceso consumidores en el periodo t

Variables exógenas

Nombre	Descripción
\overline{XD}_t	Déficit de comercio en el periodo t
\overline{G}_t	Consumo público total en el periodo t
\overline{K}_o	Oferta de capital en el periodo inicial
\overline{L}_t	Oferta de trabajo en el periodo t
\overline{E}_t	Emisiones totales ó permisos de emisión totales

Tabla A1: (continuación)

	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Import	Export	Privado	Gobierno	Inversión	Total
Y1	-1	-182	0	-4	0	0	-1159	-142	5563	-5973	-4358	0	-241	0
Y2	0	-3	0	0	0	0	-4	-5	213	-706	-40	0	0	0
Y3	0	-1	-85	0	0	-5	0	0	4809	-8	0	0	0	0
Y4	0	-575	0	0	0	0	-8	-15	971	-319	-18	0	0	0
Y5	0	0	0	-29	0	0	-13439	-456	6481	-6050	-27438	0	0	0
Y6	-8	-51	-9	-9	-17	-23	-653	-386	4694	-4781	-9684	0	-129	0
Y7	-28	-1562	-43	-3	-17	-305	-3573	-1107	4056	-2877	-3415	0	-51	0
Y8	-11	-92	-353	-96	-122	-30	-152	-53	1715	-1787	-2991	0	0	0
Y9	-104	-1972	-62	-7	-1	-248	-1677	-2466	13493	-10081	-2935	-2612	-75	0
Y10	-46	-5330	-21	0	-3	-131	-408	-175	7611	-6739	-41	0	-3169	0
Y11	-63	-2945	-77	-3	-9	-242	-1370	-1832	19000	-11811	-3744	-69	-21143	0
Y12	-22	-9275	-701	-117	-57	-248	-3083	-941	16584	-25791	-10236	-23	-12995	0
Y13	-199	-218	-261	-4	-5	-174	-1583	-771	130	-23	-4287	0	0	0
Y14	-1	-1	-3	-1	-1	-3	-34	-19	855	0	-413	0	0	0
Y15	2457	-14	-8	0	0	-10	-469	-210	0	0	-1096	0	0	0
Y16	-82	100059	-152	-8	-14	-108	-8408	-1353	1	-11	-8186	0	-80889	0
Y17	-10	-1438	21818	-16	-53	-882	-2567	-489	189	-2001	-5394	-206	-267	0
Y18	-8	-17	-19	1583	-1	-17	-103	-32	21	-926	-139	-14	-15	0
Y19	-4	-96	-5	0	3320	-350	-619	-180	998	-1863	-646	-95	0	0
Y20	-50	-546	-1160	-417	-923	20395	-5092	-1314	1502	-1934	-5752	-71	0	0
Y21	-247	-8794	-2988	-101	-417	-2049	219791	-6429	7128	-11010	-145537	-4117	-21593	0
Y22	-20	-165	-39	0	-6	-235	-790	91005	109	-126	-13888	-74680	0	0
K	-617	-11181	-7909	-78	-469	-8494	-87231	-12501	0	0	181910	0	0	0
L	-764	-50667	-5348	-571	-930	-4992	-68851	-44308	0	0	234272	0	0	0
Taxk	2	-1132	-1085	-2	-6	-231	-6109	-2783	0	0	0	10759	0	0
Taxl	-174	-3802	-1490	-117	-269	-1618	-12409	-13038	0	0	0	44445	0	0
Taxc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23123	23123	0	0
Taxls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3560	3560	0	0
Ahorro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-140567	0	140567	0
Balance	0	0	0	0	0	0	0	0	-96123	94817	1306	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla A2: Producción, consumo y emisiones en España, 1995

	Códigos Tabla Input-Output Simetrica 1995 (TIOS)	Producción		Consumo Final		Emisiones CO2		Resto Emisiones		Emisiones Totales	
		(M€)	(%)	(M€)	(%)	(KtCO2 equiv.)	(%)	(KtCO2 equiv.)	(%)	(KtCO2 equiv.)	(%)
1 Agricultura, ganadería y pesca	1,2,3	26758	(3,8%)	4358	(1,7%)	12727	(5,5%)	47817	(51,4%)	60544	(18,6%)
2 Extracción carbón	4	1542	(0,2%)	40	(0,0%)	315	(0,1%)	1103	(1,2%)	1418	(0,4%)
3 Extracción crudo y gas	5	130	(0,0%)	0	(0,0%)	165	(0,1%)	15	(0,0%)	180	(0,1%)
4 Extracción otros minerales	6,7	1782	(0,3%)	18	(0,0%)	364	(0,2%)	18	(0,0%)	381	(0,1%)
5 Industria alimentación	12,13,14,15,16	46260	(6,5%)	27438	(11,0%)	5602	(2,4%)	416	(0,4%)	6018	(1,9%)
6 Industria textil	17,18,19	12554	(1,8%)	9684	(3,9%)	1683	(0,7%)	565	(0,6%)	2248	(0,7%)
7 Industria madera y papel	20-22	13858	(2,0%)	3415	(1,4%)	3828	(1,6%)	845	(0,9%)	4673	(1,4%)
8 Industria refino petroleo	8	7563	(1,1%)	2991	(1,2%)	655	(0,3%)	10460	(11,2%)	11114	(3,4%)
9 Industria química	23,24	21065	(3,0%)	2935	(1,2%)	16089	(6,9%)	3792	(4,1%)	19880	(6,1%)
10 Industria metalica	29-30	22913	(3,2%)	41	(0,0%)	19104	(8,2%)	4353	(4,7%)	23457	(7,2%)
11 Industria maquinaria	31-35	31104	(4,4%)	3744	(1,5%)	2494	(1,1%)	622	(0,7%)	3116	(1,0%)
12 Otras industrias	25-28, 36-38	48981	(6,9%)	10236	(4,1%)	48487	(20,9%)	392	(0,4%)	48879	(15,0%)
13 Electricidad	9	11335	(1,6%)	4287	(1,7%)	52732	(22,7%)	7787	(8,4%)	60519	(18,6%)
14 Gas natural	10	861	(0,1%)	413	(0,2%)	722	(0,3%)	557	(0,6%)	1279	(0,4%)
15 Distribución agua	11	2457	(0,3%)	1096	(0,4%)	378	(0,2%)	111	(0,1%)	488	(0,2%)
16 Construcción	40	100059	(14,1%)	8186	(3,3%)	3199	(1,4%)	500	(0,5%)	3699	(1,1%)
17 Transporte terrestre	45,46	21818	(3,1%)	5394	(2,2%)	14079	(6,1%)	6	(0,0%)	14085	(4,3%)
18 Transporte marítimo	47	1583	(0,2%)	139	(0,1%)	716	(0,3%)	85	(0,1%)	801	(0,2%)
19 Transporte aéreo	48	3320	(0,5%)	646	(0,3%)	4019	(1,7%)	73	(0,1%)	4092	(1,3%)
20 Anexos del Transporte	49, 50	20395	(2,9%)	5752	(2,3%)	1035	(0,4%)	61	(0,1%)	1096	(0,3%)
21 Servicios comerciales	41-44, 51-56,58,62-63,68-71	219791	(31,1%)	145537	(58,2%)	5780	(2,5%)	1758	(1,9%)	7538	(2,3%)
22 Servicios no comerciales	39,57,59-61,64-67	91005	(12,9%)	13888	(5,5%)	2334	(1,0%)	7462	(8,0%)	9796	(3,0%)
- Hogares	-	-	-	-	-	35678	(15,4%)	4254	(4,6%)	39932	(12,3%)
Total		707134	(100%)	250238	(100%)	232181	(100%)	93053	(100%)	325234	(100%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla A3: Elasticidades de sustitución producción, utilidad y comercio internacional

σ^Y	Elasticidad de sustitución entre Inputs materiales y Energía-Capital-Trabajo	0
σ^{KEL}	Elasticidad de sustitución entre Energía y Capital-Trabajo	0.5
σ^{KL}	Elasticidad de sustitución entre Capital-Trabajo	1
σ^E	Elasticidad de sustitución entre Electricidad y Combustibles Fósiles	0.5
σ^{E1}	Elasticidad de sustitución entre Carbón, Petróleo y Gas Natural	1
σ^A	Elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados	3
σ^T	Elasticidad de transformación entre bienes domésticos y exportaciones	2
σ^U	Elasticidad de sustitución entre utilidad intertemporal	0.5
σ^C	Elasticidad de sustitución entre consumo de bienes energéticos y no energéticos	0.5
σ^F	Elasticidad de sustitución en el consumo entre bienes energéticos	1
σ^G	Elasticidad de sustitución en el consumo entre bienes no energéticos	1
σ^B	Elasticidad de sustitución entre producción y emisiones de proceso	0.08

Fuente: MIT-EPPA (Babiker *et al.* 2001)

Tabla A4: Coeficientes estándares de CO₂ y uso de combustibles fósiles para combustión

	Carbón	Petróleo	Gas
Toneladas CO ₂ / Ktep	4,104	2,851	2,187
Industria Química	69%	65%	38%
Industria (en general)	-	75%	-

Fuente: Eurostat 2005

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Últimos números publicados

- 159/2000 Participación privada en la construcción y explotación de carreteras de peaje
Ginés de Rus, Manuel Romero y Lourdes Trujillo
- 160/2000 Errores y posibles soluciones en la aplicación del *Value at Risk*
Mariano González Sánchez
- 161/2000 Tax neutrality on saving assets. The spanish case before and after the tax reform
Cristina Ruza y de Paz-Curbera
- 162/2000 Private rates of return to human capital in Spain: new evidence
F. Barceinas, J. Oliver-Alonso, J.L. Raymond y J.L. Roig-Sabaté
- 163/2000 El control interno del riesgo. Una propuesta de sistema de límites
riesgo neutral
Mariano González Sánchez
- 164/2001 La evolución de las políticas de gasto de las Administraciones Públicas en los años 90
Alfonso Utrilla de la Hoz y Carmen Pérez Esparrells
- 165/2001 Bank cost efficiency and output specification
Emili Tortosa-Ausina
- 166/2001 Recent trends in Spanish income distribution: A robust picture of falling income inequality
Josep Oliver-Alonso, Xavier Ramos y José Luis Raymond-Bara
- 167/2001 Efectos redistributivos y sobre el bienestar social del tratamiento de las cargas familiares en
el nuevo IRPF
Nuria Badenes Plá, Julio López Laborda, Jorge Onrubia Fernández
- 168/2001 The Effects of Bank Debt on Financial Structure of Small and Medium Firms in some Euro-
pean Countries
Mónica Melle-Hernández
- 169/2001 La política de cohesión de la UE ampliada: la perspectiva de España
Ismael Sanz Labrador
- 170/2002 Riesgo de liquidez de Mercado
Mariano González Sánchez
- 171/2002 Los costes de administración para el afiliado en los sistemas de pensiones basados en cuentas
de capitalización individual: medida y comparación internacional.
José Enrique Devesa Carpio, Rosa Rodríguez Barrera, Carlos Vidal Meliá
- 172/2002 La encuesta continua de presupuestos familiares (1985-1996): descripción, representatividad
y propuestas de metodología para la explotación de la información de los ingresos y el gasto.
Llorenç Pou, Joaquín Alegre
- 173/2002 Modelos paramétricos y no paramétricos en problemas de concesión de tarjetas de credito.
Rosa Puertas, María Bonilla, Ignacio Olmeda

- 174/2002 Mercado único, comercio intra-industrial y costes de ajuste en las manufacturas españolas.
José Vicente Blanes Cristóbal
- 175/2003 La Administración tributaria en España. Un análisis de la gestión a través de los ingresos y de los gastos.
Juan de Dios Jiménez Aguilera, Pedro Enrique Barrilao González
- 176/2003 The Falling Share of Cash Payments in Spain.
Santiago Carbó Valverde, Rafael López del Paso, David B. Humphrey
Publicado en "Moneda y Crédito" nº 217, pags. 167-189.
- 177/2003 Effects of ATMs and Electronic Payments on Banking Costs: The Spanish Case.
Santiago Carbó Valverde, Rafael López del Paso, David B. Humphrey
- 178/2003 Factors explaining the interest margin in the banking sectors of the European Union.
Joaquín Maudos y Juan Fernández Guevara
- 179/2003 Los planes de stock options para directivos y consejeros y su valoración por el mercado de valores en España.
Mónica Melle Hernández
- 180/2003 Ownership and Performance in Europe and US Banking – A comparison of Commercial, Co-operative & Savings Banks.
Yener Altunbas, Santiago Carbó y Phil Molyneux
- 181/2003 The Euro effect on the integration of the European stock markets.
Mónica Melle Hernández
- 182/2004 In search of complementarity in the innovation strategy: international R&D and external knowledge acquisition.
Bruno Cassiman, Reinhilde Veugelers
- 183/2004 Fijación de precios en el sector público: una aplicación para el servicio municipal de suministro de agua.
M^a Ángeles García Valiñas
- 184/2004 Estimación de la economía sumergida en España: un modelo estructural de variables latentes.
Ángel Alañón Pardo, Miguel Gómez de Antonio
- 185/2004 Causas políticas y consecuencias sociales de la corrupción.
Joan Oriol Prats Cabrera
- 186/2004 Loan bankers' decisions and sensitivity to the audit report using the belief revision model.
Andrés Guiral Contreras and José A. Gonzalo Angulo
- 187/2004 El modelo de Black, Derman y Toy en la práctica. Aplicación al mercado español.
Marta Tolentino García-Abadillo y Antonio Díaz Pérez
- 188/2004 Does market competition make banks perform well?.
Mónica Melle
- 189/2004 Efficiency differences among banks: external, technical, internal, and managerial
Santiago Carbó Valverde, David B. Humphrey y Rafael López del Paso

- 190/2004 Una aproximación al análisis de los costes de la esquizofrenia en España: los modelos jerárquicos bayesianos
F. J. Vázquez-Polo, M. A. Negrín, J. M. Cavasés, E. Sánchez y grupo RIRAG
- 191/2004 Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis
Javier González-Benito y Óscar González-Benito
- 192/2004 Economic risk to beneficiaries in notional defined contribution accounts (NDCs)
Carlos Vidal-Meliá, Inmaculada Domínguez-Fabian y José Enrique Devesa-Carpio
- 193/2004 Sources of efficiency gains in port reform: non parametric malmquist decomposition tfp index for Mexico
Antonio Estache, Beatriz Tovar de la Fé y Lourdes Trujillo
- 194/2004 Persistencia de resultados en los fondos de inversión españoles
Alfredo Ciriaco Fernández y Rafael Santamaría Aquilué
- 195/2005 El modelo de revisión de creencias como aproximación psicológica a la formación del juicio del auditor sobre la gestión continuada
Andrés Guiral Contreras y Francisco Esteso Sánchez
- 196/2005 La nueva financiación sanitaria en España: descentralización y prospectiva
David Cantarero Prieto
- 197/2005 A cointegration analysis of the Long-Run supply response of Spanish agriculture to the common agricultural policy
José A. Mendez, Ricardo Mora y Carlos San Juan
- 198/2005 ¿Refleja la estructura temporal de los tipos de interés del mercado español preferencia por la liquidez?
Magdalena Massot Perelló y Juan M. Nave
- 199/2005 Análisis de impacto de los Fondos Estructurales Europeos recibidos por una economía regional: Un enfoque a través de Matrices de Contabilidad Social
M. Carmen Lima y M. Alejandro Cardenete
- 200/2005 Does the development of non-cash payments affect monetary policy transmission?
Santiago Carbó Valverde y Rafael López del Paso
- 201/2005 Firm and time varying technical and allocative efficiency: an application for port cargo handling firms
Ana Rodríguez-Álvarez, Beatriz Tovar de la Fe y Lourdes Trujillo
- 202/2005 Contractual complexity in strategic alliances
Jeffrey J. Reuer y Africa Ariño
- 203/2005 Factores determinantes de la evolución del empleo en las empresas adquiridas por opa
Nuria Alcalde Fradejas y Inés Pérez-Soba Aguilar
- 204/2005 Nonlinear Forecasting in Economics: a comparison between Comprehension Approach versus Learning Approach. An Application to Spanish Time Series
Elena Olmedo, Juan M. Valderas, Ricardo Gimeno and Lorenzo Escot

- 205/2005 Precio de la tierra con presión urbana: un modelo para España
Esther Decimavilla, Carlos San Juan y Stefan Sperlich
- 206/2005 Interregional migration in Spain: a semiparametric analysis
Adolfo Maza y José Villaverde
- 207/2005 Productivity growth in European banking
Carmen Murillo-Melchor, José Manuel Pastor y Emili Tortosa-Ausina
- 208/2005 Explaining Bank Cost Efficiency in Europe: Environmental and Productivity Influences.
Santiago Carbó Valverde, David B. Humphrey y Rafael López del Paso
- 209/2005 La elasticidad de sustitución intertemporal con preferencias no separables intratemporalmente: los casos de Alemania, España y Francia.
Elena Márquez de la Cruz, Ana R. Martínez Cañete y Inés Pérez-Soba Aguilar
- 210/2005 Contribución de los efectos tamaño, book-to-market y momentum a la valoración de activos: el caso español.
Begoña Font-Belaire y Alfredo Juan Grau-Grau
- 211/2005 Permanent income, convergence and inequality among countries
José M. Pastor and Lorenzo Serrano
- 212/2005 The Latin Model of Welfare: Do 'Insertion Contracts' Reduce Long-Term Dependence?
Luis Ayala and Magdalena Rodríguez
- 213/2005 The effect of geographic expansion on the productivity of Spanish savings banks
Manuel Illueca, José M. Pastor and Emili Tortosa-Ausina
- 214/2005 Dynamic network interconnection under consumer switching costs
Ángel Luis López Rodríguez
- 215/2005 La influencia del entorno socioeconómico en la realización de estudios universitarios: una aproximación al caso español en la década de los noventa
Marta Rahona López
- 216/2005 The valuation of spanish ipos: efficiency analysis
Susana Álvarez Otero
- 217/2005 On the generation of a regular multi-input multi-output technology using parametric output distance functions
Sergio Perelman and Daniel Santin
- 218/2005 La gobernanza de los procesos parlamentarios: la organización industrial del congreso de los diputados en España
Gonzalo Caballero Miguez
- 219/2005 Determinants of bank market structure: Efficiency and political economy variables
Francisco González
- 220/2005 Agresividad de las órdenes introducidas en el mercado español: estrategias, determinantes y medidas de performance
David Abad Díaz

- 221/2005 Tendencia post-anuncio de resultados contables: evidencia para el mercado español
Carlos Forner Rodríguez, Joaquín Marhuenda Fructuoso y Sonia Sanabria García
- 222/2005 Human capital accumulation and geography: empirical evidence in the European Union
Jesús López-Rodríguez, J. Andrés Faña y Jose Lopez Rodríguez
- 223/2005 Auditors' Forecasting in Going Concern Decisions: Framing, Confidence and Information Processing
Waymond Rodgers and Andrés Guiral
- 224/2005 The effect of Structural Fund spending on the Galician region: an assessment of the 1994-1999 and 2000-2006 Galician CSFs
José Ramón Cancelo de la Torre, J. Andrés Faña and Jesús López-Rodríguez
- 225/2005 The effects of ownership structure and board composition on the audit committee activity: Spanish evidence
Carlos Fernández Méndez and Rubén Arrondo García
- 226/2005 Cross-country determinants of bank income smoothing by managing loan loss provisions
Ana Rosa Fonseca and Francisco González
- 227/2005 Incumplimiento fiscal en el irpf (1993-2000): un análisis de sus factores determinantes
Alejandro Estellér Moré
- 228/2005 Region versus Industry effects: volatility transmission
Pilar Soriano Felipe and Francisco J. Climent Diranzo
- 229/2005 Concurrent Engineering: The Moderating Effect Of Uncertainty On New Product Development Success
Daniel Vázquez-Bustelo and Sandra Valle
- 230/2005 On zero lower bound traps: a framework for the analysis of monetary policy in the 'age' of central banks
Alfonso Palacio-Vera
- 231/2005 Reconciling Sustainability and Discounting in Cost Benefit Analysis: a methodological proposal
M. Carmen Almansa Sáez and Javier Calatrava Requena
- 232/2005 Can The Excess Of Liquidity Affect The Effectiveness Of The European Monetary Policy?
Santiago Carbó Valverde and Rafael López del Paso
- 233/2005 Inheritance Taxes In The Eu Fiscal Systems: The Present Situation And Future Perspectives.
Miguel Angel Barberán Lahuerta
- 234/2006 Bank Ownership And Informativeness Of Earnings.
V́ctor M. González
- 235/2006 Developing A Predictive Method: A Comparative Study Of The Partial Least Squares Vs Maximum Likelihood Techniques.
Waymond Rodgers, Paul Pavlou and Andres Guiral.
- 236/2006 Using Compromise Programming for Macroeconomic Policy Making in a General Equilibrium Framework: Theory and Application to the Spanish Economy.
Francisco J. André, M. Alejandro Cardenete y Carlos Romero.

- 237/2006 Bank Market Power And Sme Financing Constraints.
Santiago Carbó-Valverde, Francisco Rodríguez-Fernández y Gregory F. Udell.
- 238/2006 Trade Effects Of Monetary Agreements: Evidence For Oecd Countries.
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano.
- 239/2006 The Quality Of Institutions: A Genetic Programming Approach.
Marcos Álvarez-Díaz y Gonzalo Caballero Miguez.
- 240/2006 La interacción entre el éxito competitivo y las condiciones del mercado doméstico como determinantes de la decisión de exportación en las Pymes.
Francisco García Pérez.
- 241/2006 Una estimación de la depreciación del capital humano por sectores, por ocupación y en el tiempo.
Inés P. Murillo.
- 242/2006 Consumption And Leisure Externalities, Economic Growth And Equilibrium Efficiency.
Manuel A. Gómez.
- 243/2006 Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating non-discretionary inputs.
Jose Manuel Cordero-Ferrera, Francisco Pedraja-Chaparro y Javier Salinas-Jiménez
- 244/2006 Did The European Exchange-Rate Mechanism Contribute To The Integration Of Peripheral Countries?.
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano
- 245/2006 Intergenerational Health Mobility: An Empirical Approach Based On The Echp.
Marta Pascual and David Cantarero
- 246/2006 Measurement and analysis of the Spanish Stock Exchange using the Lyapunov exponent with digital technology.
Salvador Rojí Ferrari and Ana Gonzalez Marcos
- 247/2006 Testing For Structural Breaks In Variance With additive Outliers And Measurement Errors.
Paulo M.M. Rodrigues and Antonio Rubia
- 248/2006 The Cost Of Market Power In Banking: Social Welfare Loss Vs. Cost Inefficiency.
Joaquín Maudos and Juan Fernández de Guevara
- 249/2006 Elasticidades de largo plazo de la demanda de vivienda: evidencia para España (1885-2000).
Desiderio Romero Jordán, José Félix Sanz Sanz y César Pérez López
- 250/2006 Regional Income Disparities in Europe: What role for location?.
Jesús López-Rodríguez and J. Andrés Faña
- 251/2006 Funciones abreviadas de bienestar social: Una forma sencilla de simultanear la medición de la eficiencia y la equidad de las políticas de gasto público.
Nuria Badenes Plá y Daniel Santín González
- 252/2006 "The momentum effect in the Spanish stock market: Omitted risk factors or investor behaviour?".
Luis Muga and Rafael Santamaría
- 253/2006 Dinámica de precios en el mercado español de gasolina: un equilibrio de colusión tácita.
Jordi Perdiguero García

- 254/2006 Desigualdad regional en España: renta permanente versus renta corriente.
José M. Pastor, Empar Pons y Lorenzo Serrano
- 255/2006 Environmental implications of organic food preferences: an application of the impure public goods model.
Ana Maria Aldanondo-Ochoa y Carmen Almansa-Sáez
- 256/2006 Family tax credits versus family allowances when labour supply matters: Evidence for Spain.
José Felix Sanz-Sanz, Desiderio Romero-Jordán y Santiago Álvarez-García
- 257/2006 La internacionalización de la empresa manufacturera española: efectos del capital humano genérico y específico.
José López Rodríguez
- 258/2006 Evaluación de las migraciones interregionales en España, 1996-2004.
María Martínez Torres
- 259/2006 Efficiency and market power in Spanish banking.
Rolf Färe, Shawna Grosskopf y Emili Tortosa-Ausina.
- 260/2006 Asimetrías en volatilidad, beta y contagios entre las empresas grandes y pequeñas cotizadas en la bolsa española.
Helena Chuliá y Hipòlit Torró.
- 261/2006 Birth Replacement Ratios: New Measures of Period Population Replacement.
José Antonio Ortega.
- 262/2006 Accidentes de tráfico, víctimas mortales y consumo de alcohol.
José M^a Arranz y Ana I. Gil.
- 263/2006 Análisis de la Presencia de la Mujer en los Consejos de Administración de las Mil Mayores Empresas Españolas.
Ruth Mateos de Cabo, Lorenzo Escot Mangas y Ricardo Gimeno Nogués.
- 264/2006 Crisis y Reforma del Pacto de Estabilidad y Crecimiento. Las Limitaciones de la Política Económica en Europa.
Ignacio Álvarez Peralta.
- 265/2006 Have Child Tax Allowances Affected Family Size? A Microdata Study For Spain (1996-2000).
Jaime Vallés-Giménez y Anabel Zárate-Marco.
- 266/2006 Health Human Capital And The Shift From Foraging To Farming.
Paolo Rungo.
- 267/2006 Financiación Autonómica y Política de la Competencia: El Mercado de Gasolina en Canarias.
Juan Luis Jiménez y Jordi Perdiguero.
- 268/2006 El cumplimiento del Protocolo de Kyoto para los hogares españoles: el papel de la imposición sobre la energía.
Desiderio Romero-Jordán y José Félix Sanz-Sanz.
- 269/2006 Banking competition, financial dependence and economic growth
Joaquín Maudos y Juan Fernández de Guevara
- 270/2006 Efficiency, subsidies and environmental adaptation of animal farming under CAP
Werner Kleinhanß, Carmen Murillo, Carlos San Juan y Stefan Sperlich

- 271/2006 Interest Groups, Incentives to Cooperation and Decision-Making Process in the European Union
A. Garcia-Lorenzo y Jesús López-Rodríguez
- 272/2006 Riesgo asimétrico y estrategias de momentum en el mercado de valores español
Luis Muga y Rafael Santamaría
- 273/2006 Valoración de capital-riesgo en proyectos de base tecnológica e innovadora a través de la teoría de opciones reales
Gracia Rubio Martín
- 274/2006 Capital stock and unemployment: searching for the missing link
Ana Rosa Martínez-Cañete, Elena Márquez de la Cruz, Alfonso Palacio-Vera and Inés Pérez-Soba Aguilar
- 275/2006 Study of the influence of the voters' political culture on vote decision through the simulation of a political competition problem in Spain
Sagrario Lantarón, Isabel Lillo, M^a Dolores López and Javier Rodrigo
- 276/2006 Investment and growth in Europe during the Golden Age
Antonio Cubel and M^a Teresa Sanchis
- 277/2006 Efectos de vincular la pensión pública a la inversión en cantidad y calidad de hijos en un modelo de equilibrio general
Robert Meneu Gaya
- 278/2006 El consumo y la valoración de activos
Elena Márquez y Belén Nieto
- 279/2006 Economic growth and currency crisis: A real exchange rate entropic approach
David Matesanz Gómez y Guillermo J. Ortega
- 280/2006 Three measures of returns to education: An illustration for the case of Spain
María Arrazola y José de Hevia
- 281/2006 Composition of Firms versus Composition of Jobs
Antoni Cunyat
- 282/2006 La vocación internacional de un holding tranviario belga: la Compagnie Mutuelle de Tramways, 1895-1918
Alberte Martínez López
- 283/2006 Una visión panorámica de las entidades de crédito en España en la última década.
Constantino García Ramos
- 284/2006 Foreign Capital and Business Strategies: a comparative analysis of urban transport in Madrid and Barcelona, 1871-1925
Alberte Martínez López
- 285/2006 Los intereses belgas en la red ferroviaria catalana, 1890-1936
Alberte Martínez López
- 286/2006 The Governance of Quality: The Case of the Agrifood Brand Names
Marta Fernández Barcala, Manuel González-Díaz y Emmanuel Raynaud
- 287/2006 Modelling the role of health status in the transition out of malthusian equilibrium
Paolo Rungo, Luis Currais and Berta Rivera
- 288/2006 Industrial Effects of Climate Change Policies through the EU Emissions Trading Scheme
Xavier Labandeira and Miguel Rodríguez

- 289/2006 Globalisation and the Composition of Government Spending: An analysis for OECD countries
Norman Gemmell, Richard Kneller and Ismael Sanz
- 290/2006 La producción de energía eléctrica en España: Análisis económico de la actividad tras la liberalización del Sector Eléctrico
Fernando Hernández Martínez
- 291/2006 Further considerations on the link between adjustment costs and the productivity of R&D investment: evidence for Spain
Desiderio Romero-Jordán, José Félix Sanz-Sanz and Inmaculada Álvarez-Ayuso
- 292/2006 Una teoría sobre la contribución de la función de compras al rendimiento empresarial
Javier González Benito
- 293/2006 Agility drivers, enablers and outcomes: empirical test of an integrated agile manufacturing model
Daniel Vázquez-Bustelo, Lucía Avella and Esteban Fernández
- 294/2006 Testing the parametric vs the semiparametric generalized mixed effects models
María José Lombardía and Stefan Sperlich
- 295/2006 Nonlinear dynamics in energy futures
Mariano Matilla-García
- 296/2006 Estimating Spatial Models By Generalized Maximum Entropy Or How To Get Rid Of W
Esteban Fernández Vázquez, Matías Mayor Fernández and Jorge Rodríguez-Valez
- 297/2006 Optimización fiscal en las transmisiones lucrativas: análisis metodológico
Félix Domínguez Barrero
- 298/2006 La situación actual de la banca online en España
Francisco José Climent Diranzo y Alexandre Momparler Pechuán
- 299/2006 Estrategia competitiva y rendimiento del negocio: el papel mediador de la estrategia y las capacidades productivas
Javier González Benito y Isabel Suárez González
- 300/2006 A Parametric Model to Estimate Risk in a Fixed Income Portfolio
Pilar Abad and Sonia Benito
- 301/2007 Análisis Empírico de las Preferencias Sociales Respecto del Gasto en Obra Social de las Cajas de Ahorros
Alejandro Esteller-Moré, Jonathan Jorba Jiménez y Albert Solé-Ollé
- 302/2007 Assessing the enlargement and deepening of regional trading blocs: The European Union case
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano
- 303/2007 ¿Es la Franquicia un Medio de Financiación?: Evidencia para el Caso Español
Vanessa Solís Rodríguez y Manuel González Díaz
- 304/2007 On the Finite-Sample Biases in Nonparametric Testing for Variance Constancy
Paulo M.M. Rodrigues and Antonio Rubia
- 305/2007 Spain is Different: Relative Wages 1989-98
José Antonio Carrasco Gallego

- 306/2007 Poverty reduction and SAM multipliers: An evaluation of public policies in a regional framework
Francisco Javier De Miguel-Vélez y Jesús Pérez-Mayo
- 307/2007 La Eficiencia en la Gestión del Riesgo de Crédito en las Cajas de Ahorro
Marcelino Martínez Cabrera
- 308/2007 Optimal environmental policy in transport: unintended effects on consumers' generalized price
M. Pilar Socorro and Ofelia Betancor
- 309/2007 Agricultural Productivity in the European Regions: Trends and Explanatory Factors
Roberto Ezcurra, Belen Iraizoz, Pedro Pascual and Manuel Rapún
- 310/2007 Long-run Regional Population Divergence and Modern Economic Growth in Europe: a Case Study of Spain
María Isabel Ayuda, Fernando Collantes and Vicente Pinilla
- 311/2007 Financial Information effects on the measurement of Commercial Banks' Efficiency
Borja Amor, María T. Tascón and José L. Fanjul
- 312/2007 Neutralidad e incentivos de las inversiones financieras en el nuevo IRPF
Félix Domínguez Barrero
- 313/2007 The Effects of Corporate Social Responsibility Perceptions on The Valuation of Common Stock
Waymond Rodgers , Helen Choy and Andres Guiral-Contreras
- 314/2007 Country Creditor Rights, Information Sharing and Commercial Banks' Profitability Persistence across the world
Borja Amor, María T. Tascón and José L. Fanjul
- 315/2007 ¿Es Relevante el Déficit Corriente en una Unión Monetaria? El Caso Español
Javier Blanco González y Ignacio del Rosal Fernández
- 316/2007 The Impact of Credit Rating Announcements on Spanish Corporate Fixed Income Performance: Returns, Yields and Liquidity
Pilar Abad, Antonio Díaz and M. Dolores Robles
- 317/2007 Indicadores de Lealtad al Establecimiento y Formato Comercial Basados en la Distribución del Presupuesto
Cesar Augusto Bustos Reyes y Óscar González Benito
- 318/2007 Migrants and Market Potential in Spain over The XXth Century: A Test Of The New Economic Geography
Daniel A. Tirado, Jordi Pons, Elisenda Paluzie and Javier Silvestre
- 319/2007 El Impacto del Coste de Oportunidad de la Actividad Emprendedora en la Intención de los Ciudadanos Europeos de Crear Empresas
Luis Miguel Zapico Aldeano
- 320/2007 Los belgas y los ferrocarriles de vía estrecha en España, 1887-1936
Alberte Martínez López
- 321/2007 Competición política bipartidista. Estudio geométrico del equilibrio en un caso ponderado
Isabel Lillo, M^a Dolores López y Javier Rodrigo
- 322/2007 Human resource management and environment management systems: an empirical study
M^a Concepción López Fernández, Ana M^a Serrano Bedía and Gema García Piqueres

- 323/2007 Wood and industrialization. evidence and hypotheses from the case of Spain, 1860-1935.
Iñaki Iriarte-Goñi and María Isabel Ayuda Bosque
- 324/2007 New evidence on long-run monetary neutrality.
J. Cunado, L.A. Gil-Alana and F. Perez de Gracia
- 325/2007 Monetary policy and structural changes in the volatility of us interest rates.
Juncal Cuñado, Javier Gomez Biscarri and Fernando Perez de Gracia
- 326/2007 The productivity effects of intrafirm diffusion.
Lucio Fuentelsaz, Jaime Gómez and Sergio Palomas
- 327/2007 Unemployment duration, layoffs and competing risks.
J.M. Arranz, C. García-Serrano and L. Toharia
- 328/2007 El grado de cobertura del gasto público en España respecto a la UE-15
Nuria Rueda, Begoña Barruso, Carmen Calderón y M^a del Mar Herrador
- 329/2007 The Impact of Direct Subsidies in Spain before and after the CAP'92 Reform
Carmen Murillo, Carlos San Juan and Stefan Sperlich
- 330/2007 Determinants of post-privatisation performance of Spanish divested firms
Laura Cabeza García and Silvia Gómez Ansón
- 331/2007 ¿Por qué deciden diversificar las empresas españolas? Razones oportunistas versus razones económicas
Almudena Martínez Campillo
- 332/2007 Dynamical Hierarchical Tree in Currency Markets
Juan Gabriel Brida, David Matesanz Gómez and Wiston Adrián Risso
- 333/2007 Los determinantes sociodemográficos del gasto sanitario. Análisis con microdatos individuales
Ana María Angulo, Ramón Barberán, Pilar Egea y Jesús Mur
- 334/2007 Why do companies go private? The Spanish case
Inés Pérez-Soba Aguilar
- 335/2007 The use of gis to study transport for disabled people
Verónica Cañal Fernández
- 336/2007 The long run consequences of M&A: An empirical application
Cristina Bernad, Lucio Fuentelsaz and Jaime Gómez
- 337/2007 Las clasificaciones de materias en economía: principios para el desarrollo de una nueva clasificación
Valentín Edo Hernández
- 338/2007 Reforming Taxes and Improving Health: A Revenue-Neutral Tax Reform to Eliminate Medical and Pharmaceutical VAT
Santiago Álvarez-García, Carlos Pestana Barros y Juan Prieto-Rodríguez
- 339/2007 Impacts of an iron and steel plant on residential property values
Celia Bilbao-Terol
- 340/2007 Firm size and capital structure: Evidence using dynamic panel data
Víctor M. González and Francisco González

- 341/2007 ¿Cómo organizar una cadena hotelera? La elección de la forma de gobierno
Marta Fernández Barcala y Manuel González Díaz
- 342/2007 Análisis de los efectos de la decisión de diversificar: un contraste del marco teórico “Agencia-Stewardship”
Almudena Martínez Campillo y Roberto Fernández Gago
- 343/2007 Selecting portfolios given multiple eurostoxx-based uncertainty scenarios: a stochastic goal programming approach from fuzzy betas
Enrique Ballester, Blanca Pérez-Gladish, Mar Arenas-Parra and Amelia Bilbao-Terol
- 344/2007 “El bienestar de los inmigrantes y los factores implicados en la decisión de emigrar”
Anastasia Hernández Alemán y Carmelo J. León
- 345/2007 Governance Decisions in the R&D Process: An Integrative Framework Based on TCT and Knowledge View of The Firm.
Andrea Martínez-Noya and Esteban García-Canal
- 346/2007 Diferencias salariales entre empresas públicas y privadas. El caso español
Begoña Cueto y Nuria Sánchez- Sánchez
- 347/2007 Effects of Fiscal Treatments of Second Home Ownership on Renting Supply
Celia Bilbao Terol and Juan Prieto Rodríguez
- 348/2007 Auditors’ ethical dilemmas in the going concern evaluation
Andres Guiral, Waymond Rodgers, Emiliano Ruiz and Jose A. Gonzalo
- 349/2007 Convergencia en capital humano en España. Un análisis regional para el periodo 1970-2004
Susana Morales Sequera y Carmen Pérez Esparrells
- 350/2007 Socially responsible investment: mutual funds portfolio selection using fuzzy multiobjective programming
Blanca M^a Pérez-Gladish, Mar Arenas-Parra , Amelia Bilbao-Terol and M^a Victoria Rodríguez-Uría
- 351/2007 Persistencia del resultado contable y sus componentes: implicaciones de la medida de ajustes por devengo
Raúl Iñiguez Sánchez y Francisco Poveda Fuentes
- 352/2007 Wage Inequality and Globalisation: What can we Learn from the Past? A General Equilibrium Approach
Concha Betrán, Javier Ferri and Maria A. Pons
- 353/2007 Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa
Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz
- 354/2007 Convergencia regional en renta y bienestar en España
Robert Meneu Gaya
- 355/2007 Tributación ambiental: Estado de la Cuestión y Experiencia en España
Ana Carrera Poncela
- 356/2007 Salient features of dependence in daily us stock market indices
Luis A. Gil-Alana, Juncal Cuñado and Fernando Pérez de Gracia
- 357/2007 La educación superior: ¿un gasto o una inversión rentable para el sector público?
Inés P. Murillo y Francisco Pedraja

- 358/2007 Effects of a reduction of working hours on a model with job creation and job destruction
Emilio Domínguez, Miren Ullibarri y Idoya Zabaleta
- 359/2007 Stock split size, signaling and earnings management: Evidence from the Spanish market
José Yagüe, J. Carlos Gómez-Sala and Francisco Poveda-Fuentes
- 360/2007 Modelización de las expectativas y estrategias de inversión en mercados de derivados
Begoña Font-Belaire
- 361/2008 Trade in capital goods during the golden age, 1953-1973
M^a Teresa Sanchis and Antonio Cubel
- 362/2008 El capital económico por riesgo operacional: una aplicación del modelo de distribución de pérdidas
Enrique José Jiménez Rodríguez y José Manuel Fera Domínguez
- 363/2008 The drivers of effectiveness in competition policy
Joan-Ramon Borrell and Juan-Luis Jiménez
- 364/2008 Corporate governance structure and board of directors remuneration policies: evidence from Spain
Carlos Fernández Méndez, Rubén Arrondo García and Enrique Fernández Rodríguez
- 365/2008 Beyond the disciplinary role of governance: how boards and donors add value to Spanish foundations
Pablo De Andrés Alonso, Valentín Azofra Palenzuela y M. Elena Romero Merino
- 366/2008 Complejidad y perfeccionamiento contractual para la contención del oportunismo en los acuerdos de franquicia
Vanessa Solís Rodríguez y Manuel González Díaz
- 367/2008 Inestabilidad y convergencia entre las regiones europeas
Jesús Mur, Fernando López y Ana Angulo
- 368/2008 Análisis espacial del cierre de explotaciones agrarias
Ana Aldanondo Ochoa, Carmen Almansa Sáez y Valero Casanovas Oliva
- 369/2008 Cross-Country Efficiency Comparison between Italian and Spanish Public Universities in the period 2000-2005
Tommaso Agasisti and Carmen Pérez Esparrells
- 370/2008 El desarrollo de la sociedad de la información en España: un análisis por comunidades autónomas
María Concepción García Jiménez y José Luis Gómez Barroso
- 371/2008 El medioambiente y los objetivos de fabricación: un análisis de los modelos estratégicos para su consecución
Lucía Avella Camarero, Esteban Fernández Sánchez y Daniel Vázquez-Bustelo
- 372/2008 Influence of bank concentration and institutions on capital structure: New international evidence
Víctor M. González and Francisco González
- 373/2008 Generalización del concepto de equilibrio en juegos de competición política
M^a Dolores López González y Javier Rodrigo Hitos
- 374/2008 Smooth Transition from Fixed Effects to Mixed Effects Models in Multi-level regression Models
María José Lombardía and Stefan Sperlich

- 375/2008 A Revenue-Neutral Tax Reform to Increase Demand for Public Transport Services
Carlos Pestana Barros and Juan Prieto-Rodríguez
- 376/2008 Measurement of intra-distribution dynamics: An application of different approaches to the European regions
Adolfo Maza, María Hierro and José Villaverde
- 377/2008 Migración interna de extranjeros y ¿nueva fase en la convergencia?
María Hierro y Adolfo Maza
- 378/2008 Efectos de la Reforma del Sector Eléctrico: Modelización Teórica y Experiencia Internacional
Ciro Eduardo Bazán Navarro
- 379/2008 A Non-Parametric Independence Test Using Permutation Entropy
Mariano Matilla-García and Manuel Ruiz Marín
- 380/2008 Testing for the General Fractional Unit Root Hypothesis in the Time Domain
Uwe Hassler, Paulo M.M. Rodrigues and Antonio Rubia
- 381/2008 Multivariate gram-charlier densities
Esther B. Del Brio, Trino-Manuel Níguez and Javier Perote
- 382/2008 Analyzing Semiparametrically the Trends in the Gender Pay Gap - The Example of Spain
Ignacio Moral-Arce, Stefan Sperlich, Ana I. Fernández-Saínz and Maria J. Roca
- 383/2008 A Cost-Benefit Analysis of a Two-Sided Card Market
Santiago Carbó Valverde, David B. Humphrey, José Manuel Liñares Zegarra and Francisco Rodríguez Fernández
- 384/2008 A Fuzzy Bicriteria Approach for Journal Deselection in a Hospital Library
M. L. López-Avello, M. V. Rodríguez-Uría, B. Pérez-Gladish, A. Bilbao-Terol, M. Arenas-Parra
- 385/2008 Valoración de las grandes corporaciones farmacéuticas, a través del análisis de sus principales intangibles, con el método de opciones reales
Gracia Rubio Martín y Prosper Lamothe Fernández
- 386/2008 El marketing interno como impulsor de las habilidades comerciales de las pyme españolas: efectos en los resultados empresariales
M^a Leticia Santos Vijande, M^a José Sanzo Pérez, Nuria García Rodríguez y Juan A. Trespalacios Gutiérrez
- 387/2008 Understanding Warrants Pricing: A case study of the financial market in Spain
David Abad y Belén Nieto
- 388/2008 Aglomeración espacial, Potencial de Mercado y Geografía Económica: Una revisión de la literatura
Jesús López-Rodríguez y J. Andrés Faña
- 389/2008 An empirical assessment of the impact of switching costs and first mover advantages on firm performance
Jaime Gómez, Juan Pablo Maícas
- 390/2008 Tender offers in Spain: testing the wave
Ana R. Martínez-Cañete y Inés Pérez-Soba Aguilar

- 391/2008 La integración del mercado español a finales del siglo XIX: los precios del trigo entre 1891 y 1905
Mariano Matilla García, Pedro Pérez Pascual y Basilio Sanz Carnero
- 392/2008 Cuando el tamaño importa: estudio sobre la influencia de los sujetos políticos en la balanza de bienes y servicios
Alfonso Echazarra de Gregorio
- 393/2008 Una visión cooperativa de las medidas ante el posible daño ambiental de la desalación
Borja Montaña Sanz
- 394/2008 Efectos externos del endeudamiento sobre la calificación crediticia de las Comunidades Autónomas
Andrés Leal Marcos y Julio López Laborda
- 395/2008 Technical efficiency and productivity changes in Spanish airports: A parametric distance functions approach
Beatriz Tovar & Roberto Rendeiro Martín-Cejas
- 396/2008 Network analysis of exchange data: Interdependence drives crisis contagion
David Matesanz Gómez & Guillermo J. Ortega
- 397/2008 Explaining the performance of Spanish privatised firms: a panel data approach
Laura Cabeza Garcia and Silvia Gomez Anson
- 398/2008 Technological capabilities and the decision to outsource R&D services
Andrea Martínez-Noya and Esteban García-Canal
- 399/2008 Hybrid Risk Adjustment for Pharmaceutical Benefits
Manuel García-Goñi, Pere Ibern & José María Inoriza
- 400/2008 The Team Consensus–Performance Relationship and the Moderating Role of Team Diversity
José Henríque Dieguez, Javier González-Benito and Jesús Galende
- 401/2008 The institutional determinants of CO₂ emissions: A computational modelling approach using Artificial Neural Networks and Genetic Programming
Marcos Álvarez-Díaz , Gonzalo Caballero Miguez and Mario Soliño
- 402/2008 Alternative Approaches to Include Exogenous Variables in DEA Measures: A Comparison Using Monte Carlo
José Manuel Cordero-Ferrera, Francisco Pedraja-Chaparro and Daniel Santín-González
- 403/2008 Efecto diferencial del capital humano en el crecimiento económico andaluz entre 1985 y 2004: comparación con el resto de España
M^a del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado y M^a de la Palma Gómez-Calero Valdés
- 404/2008 Análisis de fusiones, variaciones conjeturales y la falacia del estimador en diferencias
Juan Luis Jiménez y Jordi Perdiguero
- 405/2008 Política fiscal en la ue: ¿basta con los estabilizadores automáticos?
Jorge Uxó González y M^a Jesús Arroyo Fernández
- 406/2008 Papel de la orientación emprendedora y la orientación al mercado en el éxito de las empresas
Óscar González-Benito, Javier González-Benito y Pablo A. Muñoz-Gallego
- 407/2008 La presión fiscal por impuesto sobre sociedades en la unión europea
Elena Fernández Rodríguez, Antonio Martínez Arias y Santiago Álvarez García

- 408/2008 The environment as a determinant factor of the purchasing and supply strategy: an empirical analysis
Dr. Javier González-Benito y MS Duilio Reis da Rocha
- 409/2008 Cooperation for innovation: the impact on innovatory effort
Gloria Sánchez González and Liliana Herrera
- 410/2008 Spanish post-earnings announcement drift and behavioral finance models
Carlos Forner and Sonia Sanabria
- 411/2008 Decision taking with external pressure: evidence on football manager dismissals in argentina and their consequences
Ramón Flores, David Forrest and Juan de Dios Tena
- 412/2008 Comercio agrario latinoamericano, 1963-2000: aplicación de la ecuación gravitacional para flujos desagregados de comercio
Raúl Serrano y Vicente Pinilla
- 413/2008 Voter heuristics in Spain: a descriptive approach elector decision
José Luís Sáez Lozano and Antonio M. Jaime Castillo
- 414/2008 Análisis del efecto área de salud de residencia sobre la utilización y acceso a los servicios sanitarios en la Comunidad Autónoma Canaria
Ignacio Abásolo Alessón, Lidia García Pérez, Raquel Aguiar Ibáñez y Asier Amador Robayna
- 415/2008 Impact on competitive balance from allowing foreign players in a sports league: an analytical model and an empirical test
Ramón Flores, David Forrest & Juan de Dios Tena
- 416/2008 Organizational innovation and productivity growth: Assessing the impact of outsourcing on firm performance
Alberto López
- 417/2008 Value Efficiency Analysis of Health Systems
Eduardo González, Ana Cárcaba & Juan Ventura
- 418/2008 Equidad en la utilización de servicios sanitarios públicos por comunidades autónomas en España: un análisis multinivel
Ignacio Abásolo, Jaime Pinilla, Miguel Negrín, Raquel Aguiar y Lidia García
- 419/2008 Piedras en el camino hacia Bolonia: efectos de la implantación del EEES sobre los resultados académicos
Carmen Florido, Juan Luis Jiménez e Isabel Santana
- 420/2008 The welfare effects of the allocation of airlines to different terminals
M. Pilar Socorro and Ofelia Betancor
- 421/2008 How bank capital buffers vary across countries. The influence of cost of deposits, market power and bank regulation
Ana Rosa Fonseca and Francisco González
- 422/2008 Analysing health limitations in Spain: an empirical approach based on the European Community household panel
Marta Pascual and David Cantarero

- 423/2008 Regional productivity variation and the impact of public capital stock: an analysis with spatial interaction, with reference to Spain
Miguel Gómez-Antonio and Bernard Fingleton
- 424/2008 Average effect of training programs on the time needed to find a job. The case of the training schools program in the south of Spain (Seville, 1997-1999).
José Manuel Cansino Muñoz-Repiso and Antonio Sánchez Braza
- 425/2008 Medición de la eficiencia y cambio en la productividad de las empresas distribuidoras de electricidad en Perú después de las reformas
Raúl Pérez-Reyes y Beatriz Tovar
- 426/2008 Acercando posturas sobre el descuento ambiental: sondeo Delphi a expertos en el ámbito internacional
Carmen Almansa Sáez y José Miguel Martínez Paz
- 427/2008 Determinants of abnormal liquidity after rating actions in the Corporate Debt Market
Pilar Abad, Antonio Díaz and M. Dolores Robles
- 428/2008 Export led-growth and balance of payments constrained. New formalization applied to Cuban commercial regimes since 1960
David Matesanz Gómez, Guadalupe Fugarolas Álvarez-Ude and Isis Mañalich Gálvez
- 429/2008 La deuda implícita y el desequilibrio financiero-actuarial de un sistema de pensiones. El caso del régimen general de la seguridad social en España
José Enrique Devesa Carpio y Mar Devesa Carpio
- 430/2008 Efectos de la descentralización fiscal sobre el precio de los carburantes en España
Desiderio Romero Jordán, Marta Jorge García-Inés y Santiago Álvarez García
- 431/2008 Euro, firm size and export behavior
Silviano Esteve-Pérez, Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero and José Antonio Martínez-Serrano
- 432/2008 Does social spending increase support for free trade in advanced democracies?
Ismael Sanz, Ferran Martínez i Coma and Federico Steinberg
- 433/2008 Potencial de Mercado y Estructura Espacial de Salarios: El Caso de Colombia
Jesús López-Rodríguez y María Cecilia Acevedo
- 434/2008 Persistence in Some Energy Futures Markets
Juncal Cunado, Luis A. Gil-Alana and Fernando Pérez de Gracia
- 435/2008 La inserción financiera externa de la economía francesa: inversores institucionales y nueva gestión empresarial
Ignacio Álvarez Peralta
- 436/2008 ¿Flexibilidad o rigidez salarial en España?: un análisis a escala regional
Ignacio Moral Arce y Adolfo Maza Fernández
- 437/2009 Intangible relationship-specific investments and the performance of r&d outsourcing agreements
Andrea Martínez-Noya, Esteban García-Canal & Mauro F. Guillén
- 438/2009 Friendly or Controlling Boards?
Pablo de Andrés Alonso & Juan Antonio Rodríguez Sanz

- 439/2009 La sociedad Trenor y Cía. (1838-1926): un modelo de negocio industrial en la España del siglo XIX
Amparo Ruiz Llopis
- 440/2009 Continental bias in trade
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero & José Antonio Martínez Serrano
- 441/2009 Determining operational capital at risk: an empirical application to the retail banking
Enrique José Jiménez-Rodríguez, José Manuel Fera-Domínguez & José Luis Martín-Marín
- 442/2009 Costes de mitigación y escenarios post-kyoto en España: un análisis de equilibrio general para España
Mikel González Ruiz de Eguino