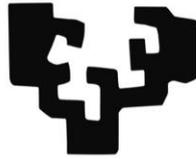


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

ES21: Un Modelo de Simulación de la Economía Española¹

María Federica Di Nola*, Jaime Martínez Valderrama⁺

*Universidad del País Vasco, UPV/EHU
⁺Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC

Mayo 2017

¹ Este artículo tiene por objeto describir y divulgar el modelo “ES21: Un Modelo de Simulación de la Economía Española” desarrollado por Blanco Losada, M.A., Frutos Vivar, R., López y Díaz-Delgado, E. y Martínez Vicente, S., cuya versión preliminar no ha sido publicada. Los autores agradecen a las personas citadas la ayuda que les han prestado para la realización de esta publicación. Los autores de la misma, María Federica Di Nola y Jaime Martínez Valderrama, han colaborado en la construcción del modelo programando las ecuaciones en lenguaje Vensim y construyendo la aplicación DSS respectivamente. Las Tablas Input Output han sido desarrolladas por Alfonso Martínez Valderrama. El trabajo ha contado con financiación parcial del Grupo de Investigación del Sistema Universitario Vasco IT-799-13.

Índice

1. Introducción	3
2. El Modelo	4
2.1 Módulo de Demanda.....	5
2.2 Módulo de Precios.....	6
2.3 Módulo de Empleo y Distribución de la Renta	8
2.4 Módulo del Sector Público	9
2.5 Módulo de Tablas Input-Output.....	10
3. Escenarios y Resultados.....	11
4. Conclusiones Generales	17
5. Apéndice	19
Bibliografía.....	22

1. Introducción

El objetivo de este estudio es describir el modelo ES21 como herramienta para la representación de la realidad socioeconómica española y para el análisis de los impactos asociados tanto a las modificaciones en las políticas públicas – principalmente presupuestarias – como a los cambios producidos en el entorno exterior. La metodología utilizada es la Dinámica de Sistemas (DS), técnica que resulta muy efectiva para medir el impacto de diferentes escenarios tanto a corto como a medio plazo. Más concretamente, el objetivo es analizar cómo los cambios en las principales palancas del modelo (en las políticas económicas o en las condiciones del contorno económico) pueden afectar a variables macroeconómicas, como el PIB, el déficit público y el empleo, entre otras. Como en cada modelo de DS, el primer paso es la recopilación y en su caso elaboración de las series históricas de las variables relevantes como paso previo para la construcción de un modelo que sea susceptible de reproducir el comportamiento de las principales magnitudes de la economía española en el pasado. Una vez estimado el modelo, y definido el escenario base a corto y medio plazo, los resultados de las diferentes políticas y/o cambios en el entorno se evalúan comparando los resultados derivados de dichos cambios con los que se obtienen bajo las condiciones definidas en el escenario base. Para el desarrollo de este modelo ha sido necesario abordar las siguientes tareas:

- a. Análisis, y elaboración en su caso, de la información estadística disponible sobre: el PIB y sus componentes por el lado de la demanda y de la oferta; la población activa, ocupada y desempleada, tanto total como por sectores; el comercio exterior, y en especial los índices de valor unitario de las exportaciones e importaciones; las Tablas Input-Output y, finalmente, las emisiones de gases contaminantes por ramas productivas.
- b. Elaboración del Cuadro de Distribución de Rentas consistente con los datos anteriores. Este cuadro tiene el nivel de desagregación necesario para permitir una adecuada integración del sector público en el modelo e incorpora la conciliación entre los datos de distribución de rentas y las series coyunturales del mercado de trabajo (EPA, Encuesta de Salarios, Seguridad Social, etc.).
- c. Construcción de las Cuentas del Sector Público consistente con los cuadros anteriores y, en especial, con el de la distribución de las rentas primarias.
- d. Identificación de las políticas públicas implícitas en el cuadro del sector público, asociándolas a las distintas modalidades de ingresos y gastos públicos con el objeto de facilitar la simulación de las políticas públicas.

- e. Especificación y estimación de las ecuaciones de comportamiento macroeconómico del modelo.
- f. Integración de las Tablas Input – Output.
- g. Implementación del modelo en el software *Vensim*. El modelo especificado ha sido escrito en el lenguaje propio de *Vensim*, habiéndose procedido a un calibrado fino de los parámetros obtenidos en las estimaciones econométricas para resolver los problemas de estimación generados por las simultaneidades del modelo.
- h. Construcción de una Base de Datos específica del modelo como soporte de entrada de datos históricos a efectos de la creación de los informes de la aplicación DSS (Sistema de Soporte para la Decisión).
- i. Construcción de la propia aplicación DSS, que permite gestionar de forma ágil los escenarios y los resultados de cada simulación.
- j. Finalmente, se ha efectuado la simulación de los escenarios y la evaluación de los resultados de cada uno de ellos con el objeto de medir el impacto de determinadas políticas económicas y de cambios en las condiciones de contorno.

2. El Modelo

El Modelo ES21 reproduce bajo la forma de ecuaciones matemáticas los aspectos más relevantes de la realidad socioeconómica española, así como las estructuras productivas, demográfica, del mercado de trabajo y del sector público español. El modelo está compuesto por 204 ecuaciones y 298 variables, de las cuales 204 son endógenas y las 94 restantes exógenas. A su vez, 173 de las 204 variables endógenas son definiciones que relacionan unas variables con otras, mientras que las 31 restantes se explican mediante ecuaciones de comportamiento estimadas econométricamente. Las ecuaciones de comportamiento explicativas de las principales componentes tanto de la demanda como de la oferta agregada siguen la línea teórica tomada como referencia por el Banco de España en las sucesivas versiones de los modelos de la economía española elaborados por esta institución (Estrada et al., 2004; Ortega et al., 2007; Hurtado et al., 2011, 2014). En otros casos se han incorporado especificaciones que también encuentran amplio soporte en la literatura teórica y que parecen reflejar mejor los comportamientos que ha experimentado la economía española.

El Modelo se puede dividir con fines explicativos o didácticos en cuatro módulos. El primero es el módulo de demanda, en el que se determina la evolución de los principales componentes de la demanda global: el consumo, la inversión, las

exportaciones y las importaciones, el producto interior bruto y el valor añadido bruto. En el segundo módulo se determinan los valores de las variables relativas a los precios, costes y tipos de interés. En el tercero se analizan los comportamientos del empleo y la distribución de la renta, mientras que el cuarto contiene las ecuaciones relativas a los principales ingresos y gastos públicos. El apartado de ingresos públicos considera los principales tipos de impuestos directos (IRPF, Sociedades, Patrimonio, Sucesiones y Donaciones e Impuesto de No Residentes), de impuestos indirectos (IVA, Especiales, Transmisiones Patrimoniales, Actos Jurídicos Documentados e impuestos sobre la Producción) y las Contribuciones a la Seguridad Social.

2.1 Módulo de Demanda

El valor del PIB se calcula en el módulo de demanda como la suma del consumo privado de los residentes, consumo público, inversión pública, inversión privada en construcción y en equipo, y exportaciones netas de importaciones.

Todas estas variables se estiman o computan en términos reales (en el caso de este modelo se utiliza 2010 como año base), mientras que sus valores monetarios se calculan multiplicando el valor real por el deflactor correspondiente.

El consumo privado de los residentes en territorio nacional en términos reales es una variable endógena cuyo comportamiento se estima en el modelo a través de una ecuación cuyas principales variables explicativas son la renta bruta disponible en términos reales de 2010 y los activos financieros en dichos términos.

El consumo público en términos monetarios se define como la suma de la remuneración de los asalariados públicos y de los gastos en consumos intermedios del Estado. Se añade una variable auxiliar de ajuste que permite trasladar los valores de las variables que aparecen en los Presupuestos a conceptos de contabilidad nacional. El valor real del consumo público se obtiene deflactando su valor monetario por el deflactor correspondiente.

El consumo de los no residentes en el territorio en términos reales se determina de forma estocástica en función del PIB mundial en términos reales y el deflactor del consumo privado de los residentes en el territorio.

La inversión total en términos reales se calcula como la suma de inversión productiva privada, inversión pública e inversión total en viviendas medidas en términos reales.

La inversión productiva privada en términos reales se estima econométricamente en función del PIB en términos reales y el coste de uso del capital. La inversión pública en términos monetarios es una variable exógena cuyo valor se distribuye entre bienes de equipo y construcción en una proporción variable a lo largo del tiempo, y su correspondiente valor real se obtiene deflactando su valor monetario por su deflactor implícito. La inversión en viviendas en términos reales se estima econométricamente en función de la renta bruta disponible, los activos financieros netos y la revalorización neta de la vivienda media, estando igualmente medidas todas estas variables explicativas en términos reales.

El análisis del comercio exterior clasifica las importaciones y exportaciones en términos reales por áreas geográficas, distinguiendo entre las que tienen como país de procedencia o de destino los países de la UE o los del Resto del Mundo. Además, las importaciones procedentes del resto del mundo (excluidos los países de la UE) han sido divididas en importaciones de bienes energéticos y no energéticos.

Las tres variables relativas a las importaciones en términos reales (importaciones procedentes de la UE, importaciones energéticas procedentes del resto del mundo e importaciones no energéticas procedentes del resto del mundo) han sido estimadas econométricamente a través de ecuaciones de estructura similar que incluyen como variables explicativas el PIB de España en términos reales y el índice de competitividad de las importaciones correspondiente con cada zona geográfica.

Las exportaciones totales de bienes y servicios en términos reales han sido divididas en exportaciones hacia la UE y hacia el Resto del Mundo (RM). Estas variables han sido estimadas econométricamente utilizando como variables explicativas el PIB real de la región de destino (UE o resto del mundo excluyendo la UE) y el índice de competitividad de las exportaciones correspondiente a cada caso.

Finalmente, el Valor Añadido Bruto se calcula restándole al PIB los impuestos indirectos netos de subvenciones a la explotación.

2.2 Módulo de Precios

El segundo módulo está compuesto por las ecuaciones que determinan los precios, costes y tipos de interés que intervienen en el modelo. Las variables más significativas de este módulo son los principales deflatores de la economía (deflactor de VAB, PIB, consumo privado, inversión productiva privada, etc.), así como otros índices de precios relevantes, que intervienen en el modelo bien sea de forma directa o indirecta para el

cálculo de otros índices de precios representativos, como el precio de la vivienda en términos monetarios y los índices de competitividad de importaciones y exportaciones.

El deflactor del VAB se estima econométricamente en función del coste laboral unitario, el tipo impositivo neto sobre los productos y el PIB a precios constantes neto de las importaciones en dichos términos. Esta última variable recoge el impacto sobre los precios de la demanda global de la economía. El deflactor del PIB se estima en función del deflactor del VAB, el tipo impositivo de los impuestos indirectos totales y el tipo medio de las subvenciones de explotación.

El deflactor del consumo privado de los residentes se estima en función del deflactor del PIB y del precio del petróleo. Otros deflactores del modelo se estiman en función del deflactor del PIB o del deflactor del VAB.

La Revalorización Neta de la Vivienda se calcula deduciendo de la Revalorización Bruta anual la Cuota pagada anualmente, que depende del precio medio de la vivienda, del tipo de interés hipotecario, del periodo medio de amortización y del porcentaje de valor de la vivienda financiado a través del préstamo hipotecario. La revalorización neta en términos reales se obtiene deflactando la revalorización monetaria por el deflactor del consumo privado.

Los índices de competitividad de las importaciones se calculan deflactando el índice de valor unitario de las importaciones correspondiente a cada zona geográfica (UE o resto del mundo) o a la clase de los bienes importados de que se trate (energéticos y no energéticos) por el deflactor del VAB. Los índices de competitividad de las exportaciones se construyen multiplicando el índice de valor unitario de las exportaciones españolas a la zona geográfica de que se trate por su correspondiente tipo de cambio efectivo nominal, y deflactando el resultado por los precios de exportación vigentes en las áreas de destino.

El coste de uso del capital respeta la definición convencional, y se define como el producto del deflactor de la inversión productiva privada - minorado por el importe del tipo medio de las subvenciones a la inversión - por la suma del tipo de interés nominal y la tasa de depreciación.

El coste laboral unitario se define como el cociente entre el coste salarial por hora trabajada y la productividad por hora trabajada, variable esta última que a su vez se define como el cociente entre el PIB en términos reales y el número total de horas trabajadas. Las rentas del trabajo, medidas en euros corrientes, se calculan multiplicando el coste salarial medio por hora de trabajo por el número de horas trabajadas en la economía.

El coste salarial por hora está expresado en euros corrientes, y se corresponde con el salario por hora trabajada del año incrementado por el tipo de la contribución a la seguridad social. En consecuencia, el salario medio por trabajador se calcula multiplicando el salario medio por hora por la jornada media.

El precio medio del metro cuadrado de la vivienda es una media ponderada de los precios de las viviendas nuevas vendidas y de las viviendas usadas vendidas. La relación entre ambas variables está recogida a través de una ecuación estocástica.

2.3 Módulo de Empleo y Distribución de la Renta

En el tercer módulo se determinan las ecuaciones relativas al empleo y la distribución de la renta de la economía española. Las horas totales trabajadas en el sector privado se determinan estocásticamente en función del PIB del sector privado, el coste salarial por hora del sector privado y el deflactor del VAB. Las horas totales trabajadas en el sector público se obtienen dividiendo el valor de las remuneraciones de los asalariados públicos entre el coste salarial por hora trabajada del sector público, que a su vez es calculado como el salario por hora trabajada incrementado por el tipo de la contribución a la seguridad social.

La población ocupada total, expresada en miles de personas, es la suma de la población ocupada en los sectores público y privado. La población ocupada en el sector privado se calcula dividiendo las horas totales trabajadas en el sector privado por la jornada media por trabajador y año en el sector privado, siendo esta última una variable exógena al modelo. De la misma forma, la población ocupada en el sector público se calcula dividiendo las horas totales trabajadas en el sector público entre la jornada media por trabajador y año en el sector público determinada exógenamente.

La población activa femenina se estima econométricamente en función del valor de la población potencialmente activa de este género y de la tasa de paro. La población potencialmente activa femenina se determina de forma endógena, como porcentaje de la población femenina total. De la misma forma, la población activa masculina se estima econométricamente en función del valor de la población potencialmente activa de ese género y de la tasa de paro de la población ocupada. La población potencialmente activa de varones se determina igualmente de forma endógena, como porcentaje de la población masculina total.

La población desempleada o parada se define como diferencia entre la población activa total y la población ocupada total. Como es habitual, la tasa de desempleo se define como el cociente entre la población desempleada y la población activa total.

La renta bruta disponible se calcula como la suma de otras dos variables endógenas del modelo: rentas primarias brutas y transferencias netas a las familias. Las rentas primarias brutas son, a su vez, la suma de los siguientes componentes: excedente de las familias, rentas del trabajo, intereses netos y otros ingresos de las familias. El excedente de las familias se obtiene como una fracción del excedente bruto de explotación, que se determina como diferencia entre VAB, rentas del trabajo e impuestos a los productos netos de subvención. Las rentas del trabajo se calculan multiplicando el coste salarial medio por hora de trabajo por el número de horas trabajadas en la economía española. Los intereses netos se estiman en función del tipo de interés nominal.

Las transferencias netas a las familias se calculan como la suma de las prestaciones sociales a los hogares, las indemnizaciones netas procedentes de seguros de no vida y otras transferencias a las familias, a lo que se le restan los impuestos directos sobre la renta y el patrimonio y las cotizaciones sociales efectivas, imputadas y de los desempleados. Las prestaciones sociales de los hogares se definen como la suma de las prestaciones sociales junto con las cotizaciones sociales imputadas. Las cotizaciones sociales de los desempleados se obtienen multiplicando la tasa de contribución social de los trabajadores desempleados por el número de personas desempleadas.

2.4 Módulo del Sector Público

En este módulo se especifican los ingresos y los gastos públicos. Los ingresos del sector público son la suma de los siguientes componentes: impuestos directos, impuestos indirectos y un resto calculado exógenamente.

Los impuestos directos incluyen los impuestos sobre rentas de las personas físicas, los impuestos de sociedades, los impuestos de sucesiones y donaciones, los impuestos directos sobre el medio ambiente y un resto de impuestos directos. Los impuestos indirectos incluyen el impuesto sobre el valor añadido, sobre las transmisiones patrimoniales, sobre los actos jurídicos documentados y sobre las importaciones, así como los impuestos indirectos sobre el medio ambiente y un resto de impuestos indirectos. La recaudación de todos los impuestos se obtiene de manera

endógena multiplicando las correspondientes bases imponibles, determinadas asimismo de manera endógena, por los respectivos tipos medios de imposición que a efectos de este modelo se consideran exógenos.

Los gastos del sector público son la suma de la remuneración de asalariados públicos, los gastos en consumos intermedios, la inversión pública, las prestaciones sociales, los gastos financieros de la deuda pública, las subvenciones de explotación, sobre los productos y sobre la inversión, y un resto de gastos públicos. En general, los diferentes componentes del gasto público se consideran variables exógenas, si bien sus valores en términos reales son variables endógenas.

El modelo estima de manera endógena la evolución de la deuda pública, tanto para poder calcular los gastos financieros del sector público como para obtener la ratio de deuda pública sobre PIB nominal. Los gastos financieros se obtienen multiplicando la Deuda pública por el tipo medio de la deuda pública, que a su vez es la media ponderada entre tipo de interés de la deuda en el periodo anterior y el tipo de interés de la nueva deuda pública emitida en cada período de tiempo. A su vez, la deuda pública al final de cada período es la suma de la deuda pública heredada del periodo anterior, menos la deuda amortizada durante el período corriente más la nueva deuda generada durante este período por el déficit público si lo hubiera.

2.5 Módulo de Tablas Input-Output

Este bloque permite repartir el valor añadido bruto a precios básicos entre las distintas ramas de actividad y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero medido en toneladas equivalentes de CO₂ que emite cada una de ellas.

El modelo ES21 interrelaciona, a través de la ecuación fundamental de Leontief, la demanda final con la producción a precios de salida de fábrica para cada rama de actividad. La demanda final para cada rama se obtiene como la suma del consumo privado, el consumo público, la formación bruta de capital y las exportaciones netas, donde cada uno de estos elementos se calcula multiplicando su valor total por un vector de distribución que asigna a cada rama un porcentaje determinado. Los coeficientes de ese vector son dinámicos y se han tomado de la Tabla Input-Output (TIO) de España de 2015.

El vector de Outputs por ramas (OT[ramas]) se genera a través de la ecuación de Leontief: $OT[ramas] = (I - A)^{-1} * \text{demanda final}[ramas]$ y esta se transforma en valor añadido bruto a precios básicos por ramas multiplicando el vector de output por ramas

por un vector de coeficientes constantes obtenidos de las TIO de España:
 $VAB[ramas]= \text{cociente } VAB[ramas]* OT[ramas]$

Con el fin de eliminar discrepancias entre el valor del VAB global obtenido de las ecuaciones de demanda del modelo y el VAB obtenido como suma del VAB por ramas en este apartado, el modelo obliga a que este último sea matemáticamente igual al valor del VAB nominal obtenido en el bloque macroeconómico de este modelo, incrementando o disminuyendo el valor del VAB nominal de cada rama en la misma proporción en la que se hubiera desviado el VAB obtenido por suma del VAB nominal obtenido globalmente.

Para obtener el VAB por ramas en términos reales se deflacta el valor nominal del VAB por ramas por el deflactor del VAB global obtenido en el modelo macroeconómico.

Para obtener las emisiones de CO2 equivalentes por ramas de actividad multiplicamos el VAB real de cada rama de actividad por un coeficiente de emisiones obtenido del INE (2009). Es decir, calculamos las ecuaciones:

$$ETCO2[ramas]=VAB10[ramas]*ratio \text{ emisiones } CO2[ramas].$$

Finalmente, para obtener las emisiones totales de CO2 equivalente derivadas del consumo multiplicamos el valor del consumo privado de residentes y no residentes más el consumo público por su ratio de emisiones correspondiente, a través de la ecuación:

$$ETCO2 \text{ consumo}=(CPRIVREST10+CNRTE10)*ratio \text{ emisiones } CO2 \text{ consumo}.$$

La suma de los valores de emisiones de CO2 en la producción de bienes de todas las ramas de actividad, más las emisiones por consumo, nos proporciona el valor total de las emisiones equivalentes a CO2 en cada momento.

3. Escenarios y Resultados

En este apartado se presenta un ejercicio de simulación de los impactos que ejercen sobre las principales variables endógenas del modelo los cambios que tienen lugar en determinadas palancas y condiciones de contorno del mismo. La Tabla 1 refleja los resultados de una serie de cambios en los valores de las variables de política económica y en las condiciones de contorno del modelo. En todos los casos se han modificado los valores de las variables que se referencian para todo el periodo simulado (seis años), con el objeto de evaluar los impactos de los cambios tanto a

corto como a medio plazo. En el contexto de este modelo entendemos por corto plazo el impacto obtenido durante el año en que se realiza la modificación, y entendemos por medio y largo plazo los efectos acumulados a lo largo de todo el periodo de simulación. Los resultados de las simulaciones realizadas se presentan en términos de diferencias entre el escenario base y los escenarios alternativos (uno para cada simulación).

Sin embargo, teniendo en cuenta que este modelo es un primer prototipo, los resultados cuantitativos que arrojan las simulaciones deben ser interpretados con cautela.

Tabla 1: Efectos a corto plazo

Cambios simulados/Efectos	PIB real	Con. Priv. Real	FBC Real	Saldo Sector Exter²	Pobl. Ocu³	Defl. Conspr iv.	Productivi dad	Ingre sos AA. PP.	Gastos AA.PP.	Saldo AA.PP.
Disminución inversión pública 5000 mill. €	-0.4	-0.2	-2.4	0.2	-80	0	0	-1,378	-5,007	3,629
Disminución gastos público en consumos intermedios en 5000 mill. €	-0.5	-0.8	-0.3	0.1	-75	0	0.1	-1,527	-5,007	3,480
Incremento tipo medio efectivo del IRPF en un punto porcentual	-0.5	-1	-0.3	0.2	-80	0	0	8,222	0	8,222
Incremento tipo medio efectivo IVA consumo en un punto porcentual	-0.1	-0.1	0	0	-40	0.1	0	5,163	0	5,163
Disminución del tipo medio de cotización a la SS en un punto percent.	0.3	0.6	0.1	-0.2	380	0.1	-2	1,200	0	1,201
Incremento del tipo medio efectivos de los impuestos indirectos medioambientales en un punto porcentual	-0.2	-0.2	0	0	-30	0.1	0	8,954	0	8,954
Incremento de la tasa de variación del PIB real mundial en un punto porcentual	0.4	0.2	0.2	0.2	90	0	0	771	0	771

² Contribución a la variación del PIB real

³ Diferencia en valores absolutos en miles de personas

Incremento del precio del petróleo en 10 dólares/barril	-0.7	-0.9	-0.3	0.1	120	1	0	-937	0	-973
Apreciación del dólar respecto al euro en un 10%	0.1	-0.4	0.1	0.4	-20	0.6	0.3	75	0	75

Tabla 2: Efectos a medio plazo

Cambios simulados/Efectos	PIB real	Con. Priv. Real	FBC Real	Saldo Sector Exter⁴	Pobl. Ocu⁵	Defl. Conspriv	Productividad	Ingresos AA. PP.	Gastos AA.PP.	Saldo AA.PP.
Disminución inversión pública 5000 mill. €	-0.3	-0.8	-2.8	1	-650	-0.6	2.2	-15,282	-30,481	15,200
Disminución gastos público en consumos intermedios en 5000 mill. €	-0.1	-1.1	-0.3	0.9	-620	-0.6	2.2	-15,087	-30,467	15,380
Incremento tipo medio efectivo del IRPF en un punto porcentual	-0.4	-2.2	-1	1.6	-140	-1	3.4	43,488	-3,964	47,452
Incremento tipo medio efectivo IVA consumo en un punto porcentual	-0.2	-0.6	-0.2	0.3	-300	-0.1	0.9	31,697	-2,687	34,384

⁴ Contribución a la variación del PIB real

⁵ Diferencia en valores absolutos en miles de personas

Disminución del tipo medio de cotización a la SS en un punto porcentual	-0.6	3.4	0.3	-3.4	3400	2.9	-11.7	38,707	-1,769	40,477
Incremento del tipo medio efectivos de los impuestos indirectos medioambientales en un punto porcen.	-0.4	-1	-0.4	0.5	-250	-0.2	1.5	54,015	-4,612	58,627
Incremento de la tasa de variación del PIB real mundial en un punto porcentual	4.7	6	3.8	-0.5	0.2	3.1	-10.4	66,797	-1,971	68,768
Incremento del precio del petróleo en 10 dólares/barril	-1.3	-3.9	-1.6	2.1	-0.1	-0.6	6.7	-38,070	1,772	-39,843
Apreciación del dólar respecto al euro en un 10%	0	-2.5	-0.4	2	-0.1	-0.6	5.6	-21,326	719	-22,045

De los cuadros anteriores se pueden extraer, a título de ejemplo, las siguientes conclusiones:

1. En todas las simulaciones efectuadas, los signos de los cambios en los resultados con respecto a los que se obtienen en el escenario base son en todos los casos los que *a priori* cabría esperar de acuerdo con los fundamentos de la teoría económica en la que se sustenta el modelo.
2. Si comparamos las consecuencias derivadas de disminuir el gasto público en consumos intermedios o disminuir la inversión pública en la misma cuantía, se observa que las reducciones en el PIB real son mayores en el segundo caso. Obviamente este efecto se traslada también al empleo, variable para la que los efectos a corto plazo son escasos pero que a medio plazo son importantes. Por otro lado, los incrementos en la inversión pública constituyen la forma más eficiente para aumentar el PIB. Su impacto expansivo supera al de un aumento del consumo público o de las subvenciones al sector privado por un importe equivalente.
3. Si comparamos las consecuencias de incrementar el tipo medio efectivo del IVA del consumo y el tipo medio del IRPF con el fin de incrementar la recaudación en una determinada cuantía, concluimos que los efectos contractivos provocados por un aumento de los impuestos directos son más intensos que los provocados por un aumento de la misma cuantía en los impuestos indirectos.
4. Un incremento de un punto porcentual del tipo medio efectivo de los impuestos medioambientales indirectos provoca reducción apreciable del CO₂ equivalente de aproximadamente un 0.65 % del total de emisiones durante periodo simulado.
5. La disminución del tipo medio efectivo de cotización a la Seguridad Social tiene un efecto muy apreciable sobre la creación de empleo.
6. Como cabe esperar, el incremento del PIB mundial conlleva mejoras en la economía de España, con incrementos positivos en el PIB, en el empleo, en la población ocupada y en el saldo de comercio exterior.
7. Como se ha indicado en las notas a pie de página de ambos cuadros, los cambios sobre la población ocupada total han sido informados en valores absolutos en vez de en tasa de variación, con el fin de que se pueda apreciar

mejor su impacto, que para cada simulación es pequeño en relación con el volumen total de ocupados del país.

4. Conclusiones Generales

El Modelo ES21 constituye una herramienta útil para simular los efectos sobre la economía española tanto de los cambios las diferentes políticas públicas como en el entorno exterior. La combinación de los aspectos más estrictamente económicos del modelo - una adecuada fundamentación teórica de las ecuaciones de comportamiento y una estimación solvente de los parámetros de las mismas- junto con la versatilidad característica del software *Vensim*, permiten la simulación prácticamente instantánea de todas aquellas cuestiones que habitualmente plantean tanto los gestores públicos como privados y a las cuales no resulta fácil encontrar una respuesta inmediata y rigurosa. Los efectos asociados a los cambios en el entorno exterior – una subida o bajada en el precio del petróleo, una aceleración o desaceleración en el crecimiento económico mundial, un aumento o disminución en los tipos de cambio efectivos, por poner solo algunos ejemplos – así como los que puedan tener lugar en la políticas públicas –modificaciones en los diferentes tipos impositivos o en las distintas variantes del gasto público, por poner algunos otros –pueden ser inmediatamente evaluados, tanto si tienen lugar individual o conjuntamente, de forma, como decimos, prácticamente instantánea con la herramienta a la que nos estamos refiriendo.

Tanto el diseño del modelo como los resultados de las estimaciones de los parámetros son los que determinan la naturaleza de las respuestas, y, en este sentido, es obvio que el modelo no debe verse como algo acabado y estático sino como un instrumento vivo y susceptible de ser actualizado y mejorado de manera continua. Con independencia de las mejoras de diseño que se incorporen al modelo –mejoras que deben sustentarse sobre todo en la incorporación de los avances que experimenta la teoría económica- y de la necesaria reestimación permanente de los parámetros de las ecuaciones de comportamiento a medida que se dispone de nuevos datos estadísticos, hay varios aspectos que deberían abordarse en futuras versiones del modelo. Uno de ellos sería, por ejemplo, la estimación del modelo sobre una base estadística trimestral y no anual, una necesidad tanto mayor cuanto mayores sean las necesidades de encontrar respuestas con validez coyuntural y no estructural a las cuestiones planteadas. También se detecta como necesaria la modificación del tratamiento de las ecuaciones de impuestos medio ambientales, haciendo que las bases impositivas fueran las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se

debería abordar la discriminación por ramas de actividad de los impactos derivados de dichos impuestos sobre las emisiones de CO2 equivalente, de tal manera que fuesen más “progresivos” dichos impuestos para aquellas ramas más contaminantes por unidad de output producido. Se trataría, en fin, de otorgar todavía un mayor grado de representatividad a un instrumento de simulación macroeconómica cuya utilidad no puede ser puesta en duda.

5. Apéndice

Figura 1: Menú principal de la DSS

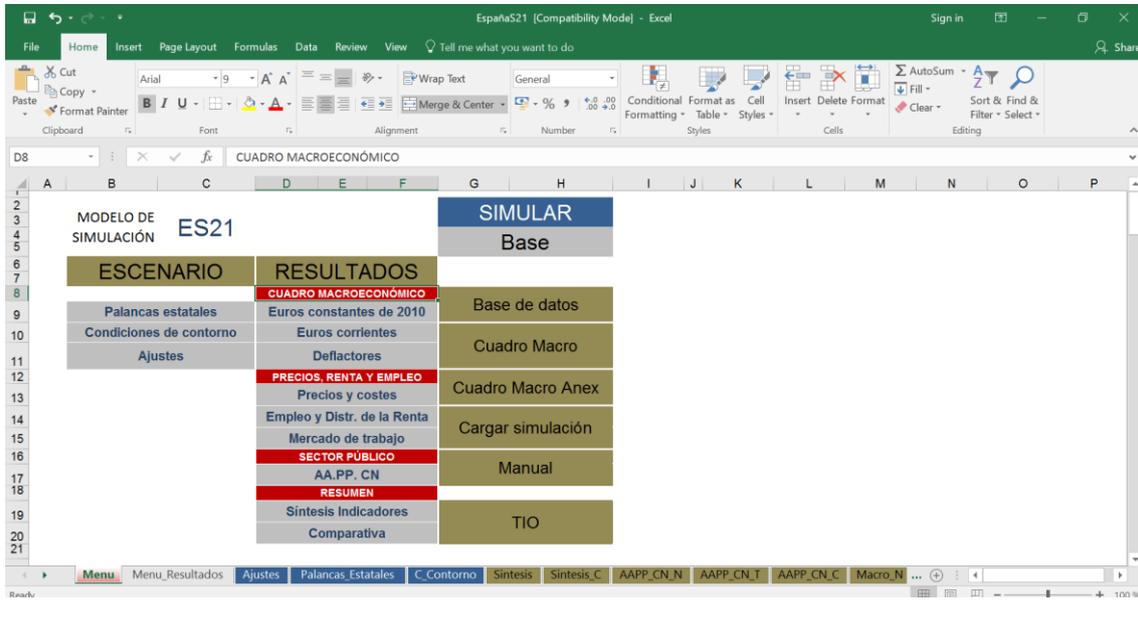


Figura 2: Menú resultados

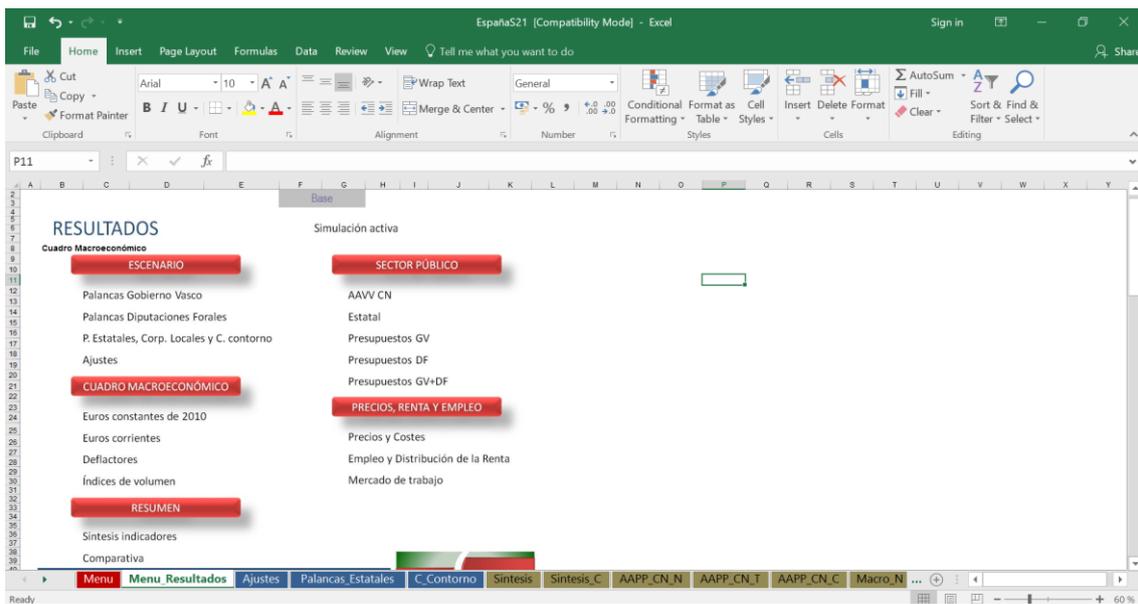


Figura 3: Palancas

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Deflactor del PIB de la UE de 28 países (tasa de variación)	2.4	0.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Deflactor consumo residentes en el Resto del mundo (tasa de variación)	3.8	0.8	1.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Horas trabajadas asalariado privado (miles/año)	1.82	1.82	1.81	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Índice valor unitario importaciones de países UE (tasa de variación)	3.73	-2.16	-1.18	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Producto interior bruto del Mundo en dólares (tasa de variación)	2.27	3.40	2.60	2.80	3.30	3.20	3.20	3.20	3.20
Producto interior bruto de la OCDE en dólares (tasa de variación)	1.3	1.4	1.8	1.9	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
Producto interior bruto de la UE 28 (tasa de variación)	-0.5	0.0	1.3	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Precio medio del metro cuadrado de la vivienda usada (tasa de variación)	-8.9	-6.40	-2.51	0.2	0.7	0.7	0.7	1.4	0.7
Precio del petróleo (Brent) en dólares/barril	111.7	109.6	99.4	61.5	68.8	68.8	68.9	68.8	68.8
Salario asalariados privado hora trabajada (tasa de variación)	1.5	0.8	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Índice valor unitario import. no energéticas resto del mundo (tasa de var.)	-1.88	3.34	2.94	3.00	1.46	1.44	1.42	1.40	1.38
Tipo de cambio del dólar (euros/dólar)	0.78	0.75	0.75	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Tipo de interés hipotecario	0.029	0.032	0.026	0.026	0.026	0.036	0.046	0.046	0.046

Figura 4: TIO – Demanda Final

Ramas de actividad	Consumo hogares	Gasto Consumo final ISFL privadas	Gasto Consumo final de las AAPP	Formación Bruta de Capital Fijo	Variación Existencias	Exportaciones UE	Exportaciones
1 Productos de la agricultura, la ganadería y la caza, y servicios relacionados con los mismos	7.875	0	93	1.061	-21	7.834	787
2 forestal, y servicios relacionados con los mismos	141	0	76	0	129	87	10
3 productos de la acuicultura, servicios de apoyo	2.135	0	0	0	0	394	45
4 Industrias extractivas	28	0	7	117	1.208	699	627
5 Productos alimenticios, bebidas, tabaco manufacturado	46.579	0	0	0	568	13.179	4.843
6 Productos textiles; prendas de vestir; artículos de cuero y calzados	14.545	0	2	83	371	6.563	2.682
7 madera y corticos y productos de madera y corcho, excepto muebles, artículos de cestería	205	0	0	31	211	791	274
8 Papel y productos del papel	1.293	0	11	0	216	3.060	1.011
9 Servicios de impresión y de reproducción de soportes grabados	2	0	0	0	73	9	5
10 Coque y productos de refino de petróleo	11.896	0	0	0	-35	4.032	7.500
11 Productos químicos	4.026	0	0	0	1.078	11.366	6.300
12 Productos farmacéuticos de base y sus preparados	4.857	0	6.368	0	18	4.489	2.720
13 Productos de caucho y plásticos	470	0	0	80	278	4.840	1.347

Figura 5: TIO – Ratio emisiones

Ramas de actividad	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ratio emisiones CO2/VAB
Productos de la agricultura, la ganadería y la caza, y servicios relacionados con los mismos	41627,30	47471,20	49584,47	52099,05	54719,34	57410,71	59317,43	1,8029061
Productos de la silvicultura y la explotación forestal, y servicios relacionados con los mismos	65,90	73,79	77,03	80,78	84,97	88,90	91,47	0,0687174
Pesca y otros productos de la pesca, productos de la acuicultura, servicios de apoyo a la pesca	2772,00	2971,31	3108,94	3287,23	3471,66	3666,35	3837,40	2,3004149
Industrias extractivas	5088,80	5866,99	6135,73	6446,76	6792,41	7114,29	7312,44	1,4631397
Productos alimenticios, bebidas, tabaco manufacturado	6282,20	6833,78	7130,81	7496,17	7878,99	8275,41	8593,04	0,2343667
Productos textiles, prendas de vestir, artículos de cuero y calzado	725,80	949,35	1006,39	1079,35	1152,66	1228,99	1282,99	0,122705
Madera y coque y productos de madera y coque, excepto muebles; artículos de ceestería y espartería	805,40	873,12	904,29	937,19	974,01	1009,35	1030,44	0,3548018
Papel y productos del papel	2990,40	3537,20	3688,61	3856,15	4033,94	4209,93	4307,12	0,9015375
Servicios de impresión y de reproducción de soportes grabados	279,40	282,55	291,00	299,66	309,65	319,38	326,29	0,0634856
Coque y productos de refinio de petróleo	15695,80	17841,42	18550,79	19348,10	20188,29	21033,61	21548,90	8,5722556
Productos químicos	9063,40	11171,18	11667,74	12208,48	12790,42	13340,57	13809,31	0,8879114
Productos farmacéuticos de base y sus preparados	97,40	117,12	122,24	127,94	133,89	139,87	143,17	0,0190348
Productos de caucho y plásticos	811,10	1009,66	1054,52	1102,99	1153,99	1204,14	1227,12	0,1491267
Otros productos minerales no metálicos	33224,00	35972,83	37082,13	38112,94	39285,04	40465,80	40893,70	4,9945881
Productos de metalurgia y productos								

Figura 6: Comparativa Resultados

Indicador	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1995-2002	2003-2008
PIB por componentes de demanda (% de variación real)											
Gasto en consumo final regional	-3,17	-2,49	1,82	3,37	2,01	2,67	2,81	3,56	2,88	3,62	3,45
Formación Bruta de Capital	-8,28	-3,72	4,18	7,18	6,37	2,58	4,02	1,78	5,07	6,43	4,60
Demanda regional	-4,32	-2,76	2,33	4,20	2,99	2,65	3,09	3,14	3,38	4,29	3,75
Contribución al crecimiento del PIB de la dem. regional	-4,24	-2,85	2,20	4,01	2,91	2,58	2,99	3,03	3,28	4,29	3,85
Saldo exterior (contribución al crecimiento del PIB)	2,11	1,38	-0,83	-0,59	-0,25	0,79	0,47	0,34	-0,02	-0,41	-0,67
PIB (% de variación real)	-2,1	-1,3	1,4	2,4	2,7	3,4	3,5	3,4	3,2	3,87	3,22

Bibliografía

Blanco, M.A., Frutos, R., López, E. y Martínez, S. (2013): "Auge y Colapso de la Demanda de Viviendas en España: Factores Determinantes". Instituto Universitario de Análisis Económico y Social. Universidad de Alcalá. Documento de Trabajo 02/2013.

Blanco, M.A., Frutos, R., López, E. y Martínez, S. (2014): "La influencia de la riqueza financiera sobre el consumo privado. Análisis de la experiencia española durante la Gran Recesión". Instituto de Estudios Económicos y Sociales. Universidad de Alcalá. Documento de Trabajo W – P 03/14.

Bosch Font, F., Durán Heras, A., García Ferrer, A. y Martín Guzmán, A. (1979): "La población activa española en el período 1979-1985", en *Economía industrial*, N° 181, págs. 42-50.

Estrada, A., Fernández, J.L., Moral, E. y Regil, A.V. (2004): "A Quarterly Macroeconometric Model of the Spanish Economy". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de Trabajo N° 0413.

Hurtado, S., Fernández, E., Ortega, E. y Urtasun, A. (2011): "Nueva Actualización del Modelo Trimestral del Banco de España". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de Trabajo N° 1106.

Hurtado, S.; Manzano, P.; Ortega, E. Y Urtasun, A. (2014): "Update and Re-estimation of the Quarterly Model of Banco de España (MTBE)". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de Trabajo N° 1403.

INE, 2009. "Cuentas de emisiones a la atmósfera por ramas de actividad (CNAE 2009) y Hogares como consumidores finales, sustancias contaminantes y periodo".

Ortega, E., Burriel, P., Fernández, J.L. y Hurtado, S. (2007): "Actualización del Modelo Trimestral del Banco de España". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de Trabajo N° 0717.

Poterba, J.M. (1992): "Taxation and Housing: Old Questions, New Answers". *American Economic Review*. Vol.82. N° 2, 1992.