



---

# Universidad de Valladolid

## Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

### Grado en Economía

## Modelo Multiecuacional para la economía española

Presentado por:

***Kevin Alonso Moreda***

Tutelado por:

***Jesús Caveró Álvarez***

Valladolid, 13 de diciembre de 2016

# Índice

<b>1.Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1.Contexto.....	3
1.2.Objetivos generales.....	3
1.3.Objetivos específicos.....	3
1.4.Introducción a los modelos multiecuacionales para las economías nacionales.....	3
1.5.Modelos econométricos para la economía española.....	4
1.6.Modelo de referencia.....	5
<b>2.Análisis descriptivo de las variables.....</b>	<b>7</b>
2.1. PIB a precios de mercado.....	7
2.2.Gasto en consumo final.....	8
2.3.Exportaciones de bienes y servicios.....	9
2.4.Importaciones de bienes y servicios.....	10
2.5.Formación bruta de capital.....	11
2.6.Remuneración de los asalariados.....	12
2.7.Impuestos netos sobre los productos.....	13
<b>3.Estimación del modelo.....</b>	<b>16</b>
<b>4.Resolución del modelo.....</b>	<b>29</b>
<b>5.Conclusiones.....</b>	<b>32</b>
<b>6.Bibliografía.....</b>	<b>33</b>

## Índice de tablas y gráficos

### Gráficos

- Gráfico 2.1 PIB a precios de mercado en España, periodo 1995-2012.....7
- Gráfico 2.2 Consumo en España, periodo 1995-2012.....8
- Gráfico 2.3 Exportaciones en España, periodo 1995-2012.....9
- Gráfico 2.4 Importaciones en España, periodo 1995-2012.....11
- Gráfico 2.5 Inversión en España, periodo 1995-2012.....12
- Gráfico 2.6 Salarios en España, periodo 1995-2012.....13
- Gráfico 2.7 Salarios en España, periodo 1995-2012.....14
- Gráfico 4.1 Consumo observado y estimado.....30
- Gráfico 4.2 Importaciones observadas y estimadas.....30
- Gráfico 4.3 Inversión observada y estimada.....31
- Gráfico 4.4 Exportaciones observadas y estimadas.....31
- Gráfico 4.5 PIB a precios de mercado observado y estimado.....32

### Cuadros y tablas

- Cuadro 2.1. Matriz de correlaciones de las variables endógenas.....15
- Tabla 3.1. Estimación inicial de la ecuación de Consumo.....19
- Tabla 3.2. Contraste de Chow en la ecuación de Consumo.....19
- Tabla 3.3. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Consumo.....20
- Tabla 3.4. Estimación inicial de la ecuación de Importaciones.....21
- Tabla 3.5. Contraste de Chow en la ecuación de Importaciones.....21
- Tabla 3.6. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Importaciones...22
- Tabla 3.7. Estimación final de la ecuación de Importaciones.....23
- Tabla 3.8. Estimación inicial de la ecuación de Inversión.....23
- Tabla 3.9. Contraste de Chow en la ecuación de Inversión.....24
- Tabla 3.10. Estimación con v.ficticia de la ecuación de Inversión.....25
- Tabla 3.11. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Inversión.....25
- Tabla 3.12. Estimación final de la ecuación de Inversión.....26
- Tabla 3.13. Estimación inicial de la ecuación de Exportaciones.....26
- Tabla 3.14. Contraste de Chow en la ecuación de Exportaciones.....27
- Tabla 3.15. Estimación con v.ficticia de la ecuación de Exportaciones.....28
- Tabla 3.16. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Exportaciones.28

## • 1. Introducción.

### 1.1 Contexto.

La economía española ha tenido una fase expansiva comprendida entre el final de la crisis a principios de los años 90 hasta el surgimiento de la gran crisis de 2007-2008. En esta recesión el país ha soportado grandes tasas de desempleo e incluso crecimiento positivo del PIB, aunque esté ahora mismo entre los países con mayores previsiones de crecimiento dentro de la Unión Europea.

Este trabajo describe el comportamiento de la economía española en su conjunto. El motivo de este tema es la relevancia que tiene la determinación de los factores que afectan al crecimiento del Producto Interior Bruto del País, cuando ya hace años de la llegada de la crisis económica a escala global. En primer lugar se analizan las variables seleccionadas y se buscan problemas o indicios de lo que sucede en la serie. A continuación, se construye un modelo multiecuacional para especificar el grado de determinación que tienen las variables explicativas sobre las endógenas.

### 1.2 Objetivos generales del trabajo.

El objetivo de este estudio econométrico es comprobar si el modelo keynesiano simple se ajusta a la economía española, en el periodo comprendido entre el año 1995 hasta el año 2012, atravesando una etapa de expansión y otra de recesión. Las variables principales del modelo son el consumo, la inversión, la renta nacional, las exportaciones y las importaciones.

### 1.3 Objetivos específicos del trabajo.

- a) Formular ecuaciones que expliquen el consumo, la inversión, la renta nacional, las exportaciones y las importaciones a corto y largo plazo para la economía española.
- b) Elegir el mejor modelo econométrico que explique el comportamiento de la economía nacional.

### 1.4 Introducción a los modelos multiecuacionales para las economías nacionales.

Pulido (1983) establece que un modelo debe de entenderse como una representación simplificada de cualquier sistema, entendiendo como tal “a todo conjunto de elementos o componentes vinculados entre sí por ciertas relaciones”.

A partir de esta definición general de modelo, se puede llegar a la definición de modelo económico según Sanpedro (1959) “un modelo econométrico es una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de

relaciones económicas”, es decir un modelo matemático referido a relaciones económicas.

Si en la explicación de un determinado fenómeno (Sea  $Y_t$ ) las variables explicativas no son todas ellas exógenas se necesita un modelo multiecuacional que explique tanto  $Y_t$  como las restantes variables endógenas.

En principio estos son los modelos necesarios para el análisis económico.

Se trata de modelos formados por más de una ecuación y en los que variables que son explicadas en alguna de las ecuaciones pueden aparecer como variables explicativas en alguna de las demás ecuaciones

Dentro de los modelos multiecuacionales, son relevantes los modelos de ecuaciones simultáneas, que se caracterizan porque dos o más variables vienen determinadas “simultáneamente” por un cierto número de variables predeterminadas; esto es, existen interrelaciones entre las variables incluidas en las diferentes relaciones del modelo.

Ejemplo: suponiendo una economía cerrada

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1(1-\tau)Y_t + \alpha_2r_t + u_{1t}$$

$$I_t = \beta_0 + \beta_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \beta_2r_{t-1} + u_{2t}$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t$$

Donde C: consumo (vble. Endógena); I: inversión (vble. Endógena); Y: PNB (vble. Endógena); G: gasto público; r: tipo de interés;  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\tau$ : parámetros. ( $\tau$ : tipo de impuesto constante en la economía)

En este ejemplo, vemos como un incremento en el tipo de interés en el periodo t-1 conduce a una variación en la inversión de periodo t por la segunda ecuación. Pero esta variación en la inversión ocasiona una variación en el PNB del periodo t por la tercera ecuación. A su vez, esta variación modifica el consumo del periodo t, por la primera ecuación.

Y de nuevo por la tercera ecuación esta variación modifica el PNB, etc.

### **1.5 Modelos econométricos para la economía española.**

El modelo centrado en la economía de nuestro país que más me ha llamado la atención es el llevado a cabo por Miguel A. Ariño y Manuel Salvador, titulado “Estudio de la evolución del PIB de España y de sus componentes de oferta y demanda”. Es un documento publicado en 1998 en el que obtienen modelos econométricos de la evolución del PIB, del consumo privado, consumo público, formación bruta de capital fijo, importaciones y exportaciones, así como de

cada uno de los sectores (industrial sin construcción, construcción, servicios y agricultura).

Se dedican a estudiar el PIB y cada uno de sus componentes, tanto por el lado de la oferta como de la demanda, de acuerdo con una serie de modelos ARIMA.

Estos modelos permiten hacer previsiones del comportamiento futuro de estas variables.

### 1.6 Modelo de referencia.

El modelo que se va a estimar está basado en el que propuso el profesor Lawrence Robert Klein para explicar el comportamiento de la economía norteamericana en el periodo entre las dos guerras mundiales (concretamente, entre 1921 y 1941). Este modelo estaba compuesto de seis ecuaciones: tres identidades y tres explicativas del comportamiento de inversión, consumo y salarios del sector privado, con todas las variables monetarias medidas en millones de dólares de 1934.

$$C_i = \alpha_0 + \alpha_1(W_1 + W_2) + \alpha_2\pi_i + u_{1i}$$

La primera ecuación trata de explicar el consumo privado ( $C_i$ ) con la suma de los salarios percibidos por los trabajadores, tanto los pagados por el sector privado ( $W_1$ ) como los pagados por el sector público ( $W_2$ ), y con los beneficios.

$$I_i = \rho_0 + \rho_1\pi_i + \rho_2\pi_{i-1} + \rho_3K_{i-1} + u_{2i}$$

La segunda ecuación relaciona la inversión privada ( $I_i$ ) con los beneficios del periodo presente ( $\pi_i$ ), los del periodo anterior ( $\pi_{i-1}$ ) y con el stock de capital privado del periodo anterior ( $K_{i-1}$ ).

$$W_{1i} = \delta_0 + \delta_1(Y + T - W_2)_i + \delta_2(Y + T - W_2)_{i-1} + \delta_3i + u_{3i}$$

La tercera ecuación establece los salarios pagados por el sector privado ( $W_1$ ) en función de la renta nacional ( $Y$ ), impuesto sobre empresas ( $T$ ), salarios pagados por el sector público ( $W_2$ ), tanto del periodo actual como del anterior, y también en función del año de referencia ( $i$ ).

$$Y_i + T_i = C_i + I_i + G_i$$

Las tres últimas ecuaciones son las identidades. La cuarta establece que la suma de la renta nacional ( $Y$ ) e impuesto sobre empresas ( $T$ ) debe ser igual a la suma del consumo privado ( $C$ ), inversión privada ( $I$ ) y gasto público (excepto salarios) ( $G$ ).

$$Y_i = W_{1i} + W_{2i} + \pi_i$$

La quinta ecuación determina que la renta nacional ( $Y$ ) tiene que ser la suma de los salarios pagados por el sector privado ( $W_1$ ), los pagados por el sector público ( $W_2$ ) y los beneficios ( $\pi$ ).

$$\Delta K_i = I_i$$

Y por último, la última ecuación explica que todo el incremento que se produce del stock de capital privado se traduce en inversión privada.

En estas ecuaciones también se encuentran una serie de perturbaciones aleatorias ( $u_1, u_2, u_3$ ) y los parámetros del modelo ( $\alpha, \rho, \delta$ ).

Es el primer modelo de los muchos expuestos por Lawrence R. Klein para Estados Unidos, y es por eso que se conoce como modelo 1 de Klein. Se encuentra introducido en su libro *Economic Fluctuations in the United States, 1921-1941* (1950).

Klein predijo una larga etapa de bonanza para la economía estadounidense después de la segunda guerra mundial. Esta opinión contradecía la opinión mayoritaria en aquel momento, sostenida por muchos de sus colegas economistas, que preveía una nueva fase de recesión para el país, una vez retirados los enormes estímulos del esfuerzo bélico. Las ecuaciones de Klein permitían prever qué influencia ejercían los cambios en unas variables sobre las demás. Aplicando su modelo, Klein predijo que la fuerte demanda de bienes de consumo reanimaría la economía de posguerra, como de hecho ocurrió; Estados Unidos vivió un boom económico durante la posguerra, con un crecimiento medio anual del 3,8% desde 1946 que tocaría a su fin a mediados de los setenta, con la Crisis del petróleo de 1973.

Continuando con la idea de este modelo propuesto por Klein, he construido un modelo compuesto por cuatro ecuaciones explicativas y una identidad. Estas ecuaciones están formadas por cinco variables endógenas y cuatro predeterminadas.

#### Variables utilizadas:

- 1- PIB a precios de mercado en el periodo actual ( $Y_t$ ).
- 2- Gasto en Consumo Final (Consumo $_t$ ).
- 3- Exportaciones de bienes y servicios (Export $_t$ ).
- 4- Importaciones de bienes y servicios: (Import).
- 5- Formación bruta de capital (Inv $_t$ ).
- 6- PIB a precios de mercado en el periodo anterior ( $Y_{t-1}$ ).
- 7- PIB a precios de mercado dos periodos anteriores ( $Y_{t-2}$ ).
- 8- Remuneración de los asalariados (Salarios $_t$ ).
- 9- Impuestos netos sobre los productos (Impuestos $_t$ ).

## 2. Análisis descriptivo de las variables

Previamente a la especificación y estimación del modelo se realizará una breve descripción de las variables utilizadas.

La fuente estadística utilizada ha sido la proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística en su página web oficial.

Para la estimación de este modelo se han utilizado datos homogéneos procedentes. Estos datos son anuales, abarcan de 1995 hasta 2012, y las unidades en que se encuentran son millones de euros.

Todos los contrastes se harán con un nivel de significación del 5 por ciento.

### 2.1. PIB a precios de mercado: Y

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

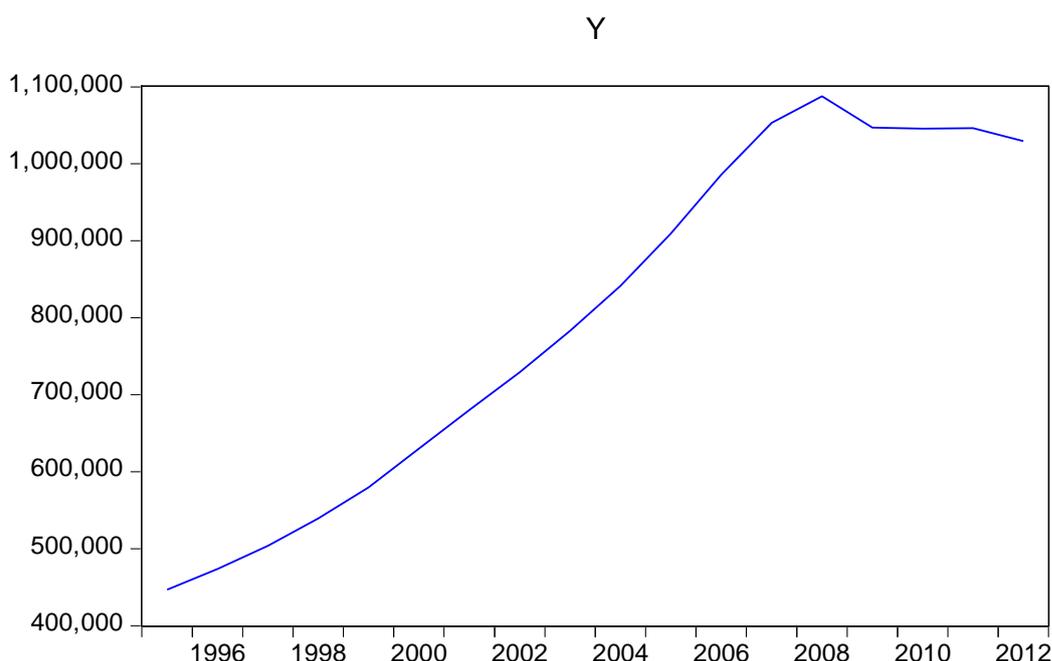


Gráfico 2.1. PIB a precios de mercado en España, periodo 1995-2012

El PIB (Producto Interior Bruto) se define como el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos por el trabajo y la propiedad de un país a lo largo de un año. Dicho de otra forma más sencilla: es la cifra que resume el valor monetario de la actividad económica de un país, de todo lo que su economía ha sido capaz de producir a lo largo de un año.

En términos generales, el PIB es usado como una medida del bienestar material de una sociedad.

Analizando el gráfico de líneas proporcionado por eViews, se observa un gran crecimiento. En 1995 el PIB nacional era de 446.795 millones de euros, y esta cantidad se incrementa con el paso del tiempo hasta alcanzar su valor máximo en el año 2008, cuando presentaba 1.087.788 millones. En este periodo se integra una dinámica de gran actividad económica, marcada sobre todo por un aumento considerable del consumo y la inversión privados y también por una política comercial más abierta al exterior. La expansión de los sectores de la construcción y el turismo sobre todo parecen ser los que más aportan en este crecimiento.

A partir del año 2008 impacta la crisis económica global y con ello se deja de crecer para iniciar una tendencia reactiva de la renta nacional.

## 2.2. Gasto en Consumo Final: Consumo

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca también un cambio estructural en el año 2008.

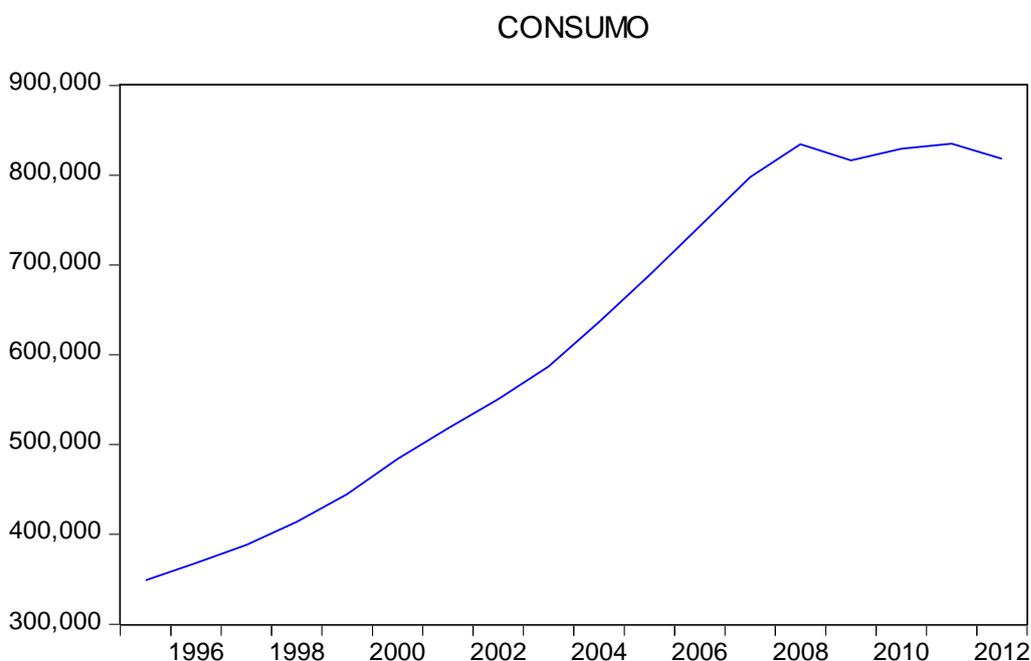


Gráfico 2.2. Consumo en España, periodo 1995-2012

El gasto en consumo final consiste en el gasto realizado por las unidades institucionales residentes en bienes y servicios que se utilizan para satisfacer

directamente las necesidades o carencias individuales o las necesidades colectivas de los miembros de la comunidad.

A simple vista se puede afirmar que sigue una tendencia muy similar a la del PIB, con una fase de gran crecimiento hasta la época de la crisis.

El consumo es el principal agregado del producto interior bruto, pero además también viene impulsado por éste. Se trata de un círculo de retroalimentación positiva, si crece la renta nacional, aumentará el consumo, y al aumentar el consumo también aumenta la renta nacional.

Con la llegada de la recesión económica el gasto en consumo se vio muy afectado, lo que arrastra también al PIB español.

### 2.3. Exportaciones de bienes y servicios: Export

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

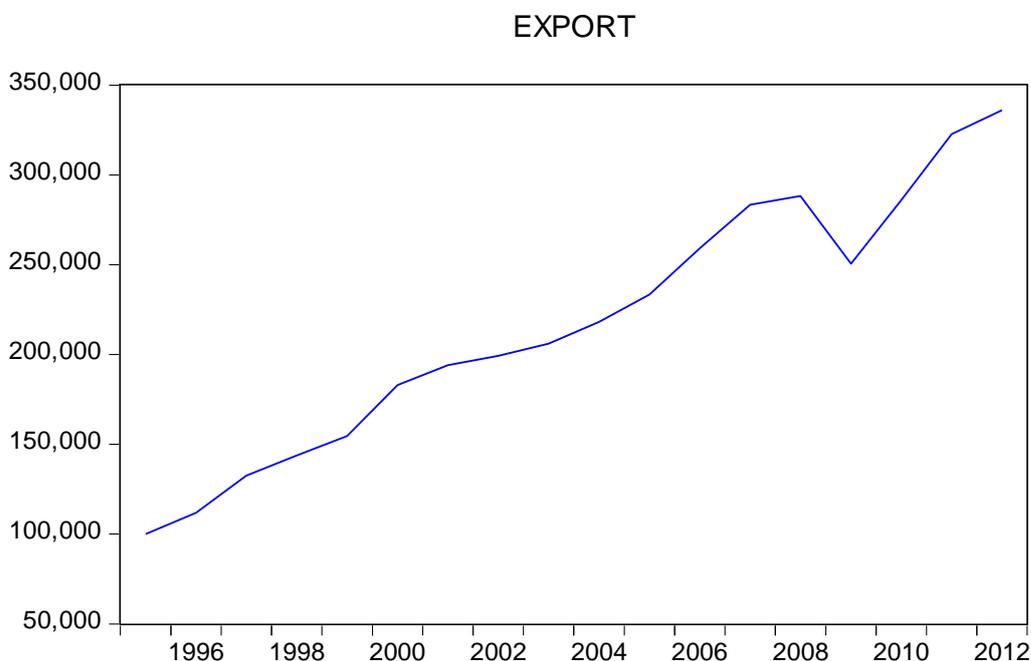


Gráfico 2.3. Exportaciones en España, periodo 1995-2012

Entre 1995 y 2012 las exportaciones españolas han aumentado en 235.903 millones de euros, esto es, un 235'66 por ciento sobre el nivel de 1995.

Aunque el crecimiento total de las exportaciones es importante, hay sectores en los que las exportaciones disminuyen y que se ven más que compensados por el incremento de las exportaciones en otros.

La actividad en la cual las exportaciones han crecido más intensamente es el sector de los combustibles. Las empresas del refino de crudos han reemplazado un mercado interno empobrecido por el sector exterior en donde sigue colocando sus productos y manteniendo las instalaciones a plena capacidad. El segundo sector en importancia es el sector de los avituallamientos a buques y aeronaves extranjeras, es decir, otra vez, las exportaciones de combustibles. Esto es así ya que España es una potencia mundial en los refinados de crudos a la que se le añade una poderosa industria transformadora del gas.

El tercer capítulo de la exportación española lo constituye el oro y otros metales preciosos. Antes de 2006 estas exportaciones eran insignificantes, llegando a 2007 con un valor ligeramente superior a los 450 millones de Euros. Al calor de la crisis económica estas exportaciones van en aumento año a año hasta llegar a 2012 exportando más de 4.000 millones. Este oro y plata que España exporta, es el oro y la plata de las joyas familiares que se recoge a través de una tupida red de franquicias que han proliferado intensamente por la geografía española en estos últimos años.

Existen otras partidas cuyas exportaciones se han desarrollado intensamente en estos últimos años. Por ejemplo, las exportaciones de confección, máquinas herramienta, carne porcina y fruta. Como contrapartida, las exportaciones de automoción, entre 2007 y 2012, han disminuido en 6.000 millones de Euros (más de un 15 por ciento), reflejando como la recesión en el resto de la Unión Europea —y concretamente en el área Euro— golpea a las exportaciones españolas.

#### **2.4. Importaciones de bienes y servicios: Import**

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

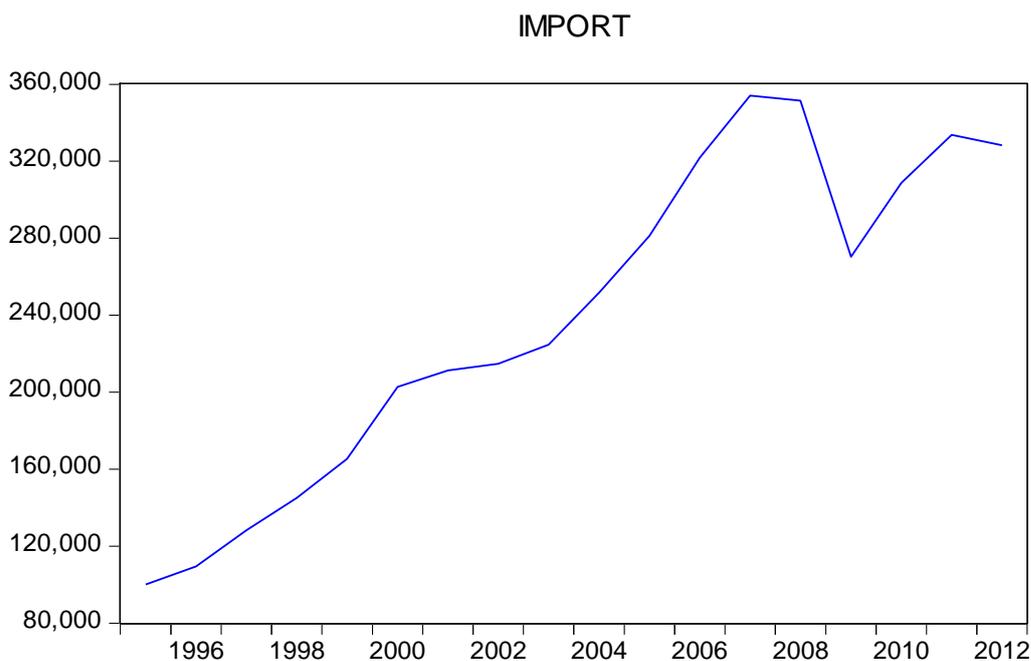


Gráfico 2.4. Importaciones en España, periodo 1995-2012

Si desde 1995 a 2012 las exportaciones se han incrementado en 235.903 millones de Euros, en este mismo periodo, las importaciones han aumentado en 228.249 millones. Las importaciones se concentran en el sector de la automoción, en el de la maquinaria y en el sector siderúrgico.

Las importaciones también crecen en otros sectores, como el químico, las importaciones de sueros sanguíneos y, de forma absolutamente contundente, las importaciones de crudos, petróleos, gas y combustibles. El destino de estas importaciones es el mercado interno y un sector exportador que, como vimos más arriba, se ha desarrollado muy intensamente.

En el año 2009 las importaciones sufren una gran caída pero recuperan su tendencia creciente al momento.

## 2.5. Formación bruta de capital: Inv

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

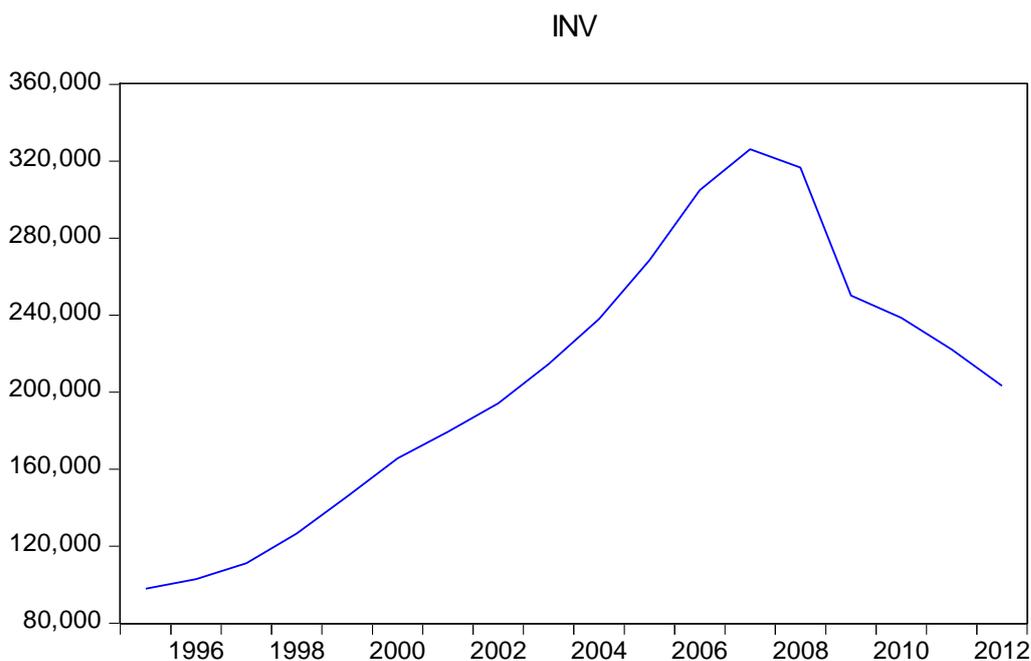


Gráfico 2.5. Inversión en España, periodo 1995-2012

Los años de expansión fueron acompañados de un proceso muy intenso de acumulación de capital, con esfuerzos inversores muy grandes. Pese a ello, nuestras dotaciones de capital por habitante son todavía inferiores a las de los países de nuestro entorno. También son insuficientes para ocupar la enorme bolsa de población desempleada existente en la actualidad.

El último ciclo expansivo estuvo muy orientado hacia las actividades inmobiliarias (tanto en viviendas como en otros activos ligados a la construcción como las fábricas, las naves industriales, los almacenes o los locales comerciales). Esta acumulación tan importante de capital no estuvo en ocasiones guiada por razones de eficiencia, mejoras de productividad y generación de beneficios de largo plazo, sino más bien por el objetivo de ganancias especulativas rápidas derivadas de los continuos incrementos en el precio de los activos inmobiliarios, fruto del mal funcionamiento y la mala regulación del mercado del suelo.

De ahí que al producirse una caída tan importante en este sector, venga sucedido de un derrumbamiento en la formación de capital; ya no se está tan dispuesto a invertir.

## 2.6. Remuneración de los asalariados: Salarios

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable

$Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

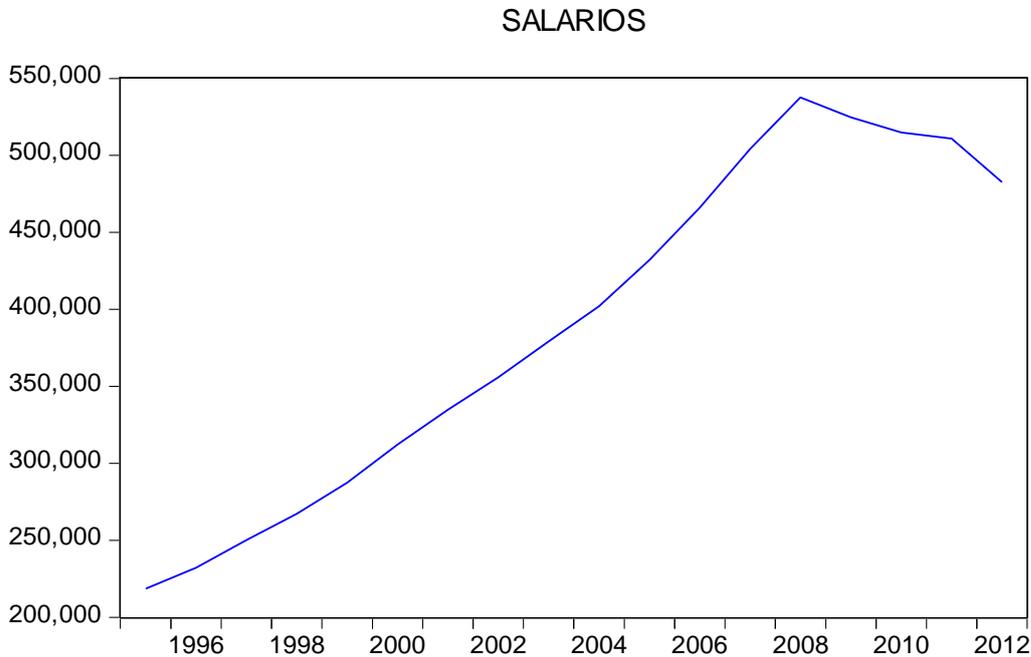


Gráfico 2.6. Salarios en España, periodo 1995-2012

Se refiere a la remuneración total en efectivo, que las empresas pagan a sus asalariados, es decir, los sueldos y salarios brutos, así como los componentes salariales variables, las horas extraordinarias y las cotizaciones sociales a cargo de la empresa.

Al igual que las anteriores variables, lo que percibían los asalariados de forma agregada crece ininterrumpidamente hasta el año 2008, para luego decrecer, lo que explica la tendencia de la capacidad adquisitiva del país.

## 2.7. Impuestos netos sobre los productos: Impuestos

Mediante un gráfico de líneas puede observarse como primera intuición que es posible que exista tendencia determinista y tendencia estocástica de la variable  $Y_t$ . Tendencia determinista porque tiene media creciente y tendencia estocástica debido a las varianzas no son constantes. Puede que se produzca un cambio estructural en el año 2008.

## IMPUESTOS

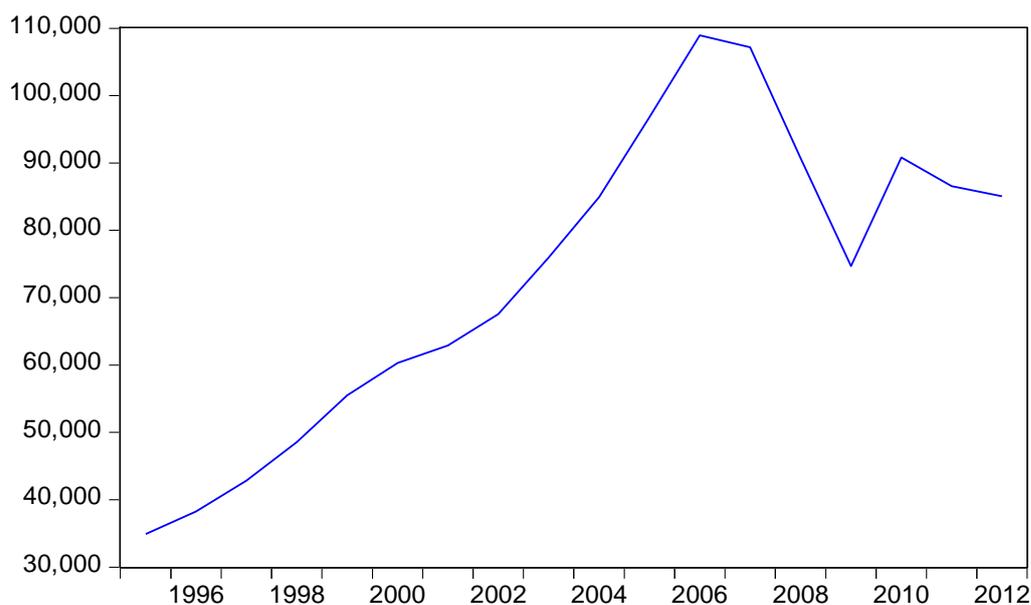


Gráfico 2.7. Impuestos en España, periodo 1995-2012

Los impuestos sobre los productos son impuestos a pagar por cada unidad producida o distribuida de un determinado bien o servicio. El impuesto puede consistir en un montante monetario específico por unidad de un bien o servicio, o puede calcularse ad-valorem como un porcentaje específico de un precio unitario o de un valor. Como principio general, los impuestos que gravan un producto, independientemente de la unidad institucional que los pague, deberán figurar en los impuestos sobre los productos, a menos que estén incluidos específicamente en otra rúbrica.

Las subvenciones a los productos son las subvenciones a pagar por unidad de un bien o servicio producido o importado. La subvención puede consistir en un montante monetario específico por unidad de un bien o servicio, o puede calcularse ad-valorem como un porcentaje específico del precio unitario. Una subvención se puede calcular también como diferencia entre un precio específico que se tiene como precio objetivo y el precio objetivo efectivamente pagado por el comprador.

Los Impuestos Netos sobre los Productos o Impuestos sobre los Productos Netos de Subvenciones, se definen como la diferencia entre los impuestos sobre los Productos menos las Subvenciones a los Productos, esto es, como la diferencia entre el conjunto de los impuestos a pagar que se determina por cada unidad producida o distribuida de un determinado bien o servicio menos las subvenciones recibidas determinadas igualmente por unidad de un bien o servicio producido o importado.

De esta manera se puede observar la misma tendencia general de las otras variables, con la particularidad de que sufre un repunte en el año 2009 para volver a caer.

### Matriz de correlaciones entre las variables endógenas

	Y	CONSUMO	IMPORT	INV	EXPORT
Y	1	0.99716573 29537089	0.97561445 12371829	0.89940223 41735942	0.95966334 62470115
CONSUMO	0.99716573 29537089	1	0.96759250 47744319	0.86588437 7997496	0.96759404 2158134
IMPORT	0.97561445 12371829	0.96759250 47744319	1	0.91663194 55881414	0.96760368 14165684
INV	0.89940223 41735942	0.86588437 7997496	0.91663194 55881414	1	0.79532153 7904892
EXPORT	0.95966334 62470115	0.96759404 2158134	0.96760368 14165684	0.79532153 7904892	1

Cuadro 2.1, Matriz de correlaciones de las variables endógenas

La matriz de correlación es una matriz conformada por  $n$  filas y por  $n$  columnas (cinco en este caso). Además es una matriz simétrica; es decir, que los valores de los elementos  $a_{ij}$  de la matriz, es el mismo valor en los elementos  $a_{ji}$  de la matriz.

La matriz de correlación nos explica cómo se encuentran relacionadas cada una de las variables con otra variable. Su diagonal siempre contendrá el valor de 1. Si tiene un valor 0, nos indicará que no tiene ninguna relación con esa variable, por lo menos no lineal; es decir, pueda que tenga una relación cuadrática o de otro grado.

Cuando la correlación es positiva, esto nos indica que su proyección de la regresión lineal va a tender a crecer conjuntamente con la contra variable.

Cuando la correlación es negativa, esto nos indica que su proyección de la regresión lineal va a tender a decrecer conjuntamente con la contra variable.

Existe una correlación muy alta entre todas las variables endógenas (no tan fuerte entre Inversiones y Exportaciones), lo cual es una buena señal.

Todas las variables están correlacionadas positivamente, por lo que siguen una tendencia parecida y pueden ser válidas para explicar el comportamiento una de la otra.

### 3. Estimación del modelo

El modelo está compuesto por cuatro ecuaciones explicativas, respectivamente, del consumo, importaciones, inversión y exportaciones, y por una ecuación identidad. Estas son las ecuaciones iniciales, que a continuación serán ajustadas si es necesario para corregir errores u obtener una estimación más precisa:

$$\text{Consumo}_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$$

La primera ecuación trata de explicar el Gasto en Consumo final ( $\text{Consumo}_t$ ) como la suma de las renta nacional de España en el periodo actual ( $Y_t$ ), en el momento anterior ( $Y_{t-1}$ ) y hace dos periodos ( $Y_{t-2}$ ).

$$\text{Import}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Consumo}_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 \text{Export}_t + u_{2t}$$

La segunda ecuación relaciona el PIB a precios de mercado en el periodo actual ( $Y_t$ ) con el gasto en consumo final del periodo presente ( $\text{Consumo}_t$ ), el PIB a precios de mercado del periodo anterior ( $Y_{t-1}$ ) y con las exportaciones de bienes y servicios ( $\text{Export}_t$ ).

$$\text{Inv}_t = \gamma_0 + \gamma_1 (Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$$

La tercera ecuación establece la formación bruta de capital ( $\text{Inv}_t$ ) en función del incremento de la renta nacional ( $Y_t - Y_{t-1}$ ) durante el último año.

$$\text{Export}_t = \lambda_0 + \lambda_1 \text{Salarios}_t + \lambda_2 \text{Impuestos}_t + u_{4t}$$

La cuarta ecuación trata de explicar las exportaciones de bienes y servicios ( $\text{Export}_t$ ) en función de la remuneración de los asalariados ( $\text{Salarios}_t$ ) y de los impuestos netos sobre los productos ( $\text{Impuestos}_t$ ).

$$Y_t = \text{Consumo}_t + \text{Inv}_t + \text{Export}_t - \text{Import}_t$$

Y por último, la ecuación identidad, que establece el PIB a precios de mercado ( $Y_t$ ) como la suma del gasto en consumo final ( $\text{Consumo}_t$ ), la formación bruta de capital ( $\text{Inv}_t$ ) y las exportaciones de bienes y servicios ( $\text{Export}_t$ ) menos las importaciones de bienes y servicios ( $\text{Import}_t$ ).

Antes de proceder con la estimación, es necesario comprobar la identificación de las cuatro ecuaciones explicativas.

Siendo  $g$  el número de variables endógenas en el modelo (5),  $g_2$  endógenas excluidas en la ecuación, y  $k_2$  exógenas excluidas en la ecuación. Y sea  $A^*$  la matriz de los coeficientes en el resto de ecuaciones de las variables excluidas de la ecuación:

Condición de orden (Necesaria y no suficiente)

Si  $g_2 + k_2 = g - 1$  la ecuación puede estar exactamente identificada

Si  $g_2 + k_2 > g - 1$  la ecuación puede estar sobreidentificada

Si  $g_2 + k_2 < g - 1$  la ecuación puede estar subidentificada

Condición de rango (Necesaria y suficiente)

$\text{rg}(A^*) = g - 1$  y  $g_2 + k_2 = g - 1$  identificada

$\text{rg}(A^*) = g - 1$  y  $g_2 + k_2 > g - 1$  sobreidentificada

$\text{rg}(A^*) < g - 1$  y  $g_2 + k_2 < g - 1$  subidentificada

La matriz  $A^*$  para cada ecuación se construye a partir de la matriz  $A$ , matriz que contiene todos los coeficientes para todas las variables y parámetros, reservando cada fila para cada una de las ecuaciones. Las columnas, de izquierda a derecha, presentan los coeficientes de las variables en el siguiente orden:  $\text{Consumo}_t$ ,  $\text{Import}_t$ ,  $\text{Inv}_t$ ,  $\text{Export}_t$ ,  $Y_t$ ,  $C(\text{constante})$ ,  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ ,  $\text{Salarios}_t$  y  $\text{Impuestos}_t$ . La línea discontinua es útil para distinguir entre variables endógenas y predeterminadas.

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & \alpha_1 & \alpha_0 & \alpha_2 & \alpha_3 & 0 & 0 \\ \beta_1 & -1 & 0 & \beta_3 & 0 & \beta_0 & \beta_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & \gamma_1 & \gamma_0 & -\gamma_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & \lambda_0 & 0 & 0 & \lambda_1 & \lambda_2 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

### Primera ecuación (Consumo)

$$\text{Consumo}_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$$

$$\text{Condición de orden: } g_2 + k_2 \geq g-1$$

En esta ecuación,  $g_2 = 3$  y  $k_2 = 2$ , por lo que  $g_2 + k_2 = 5 > 5-1=g-1$ , por lo que puede estar sobreidentificada.

$$\text{Condición de rango: } \text{rg}(A^*)=g-1$$

$$\text{rg}(A^*)=4 = 5-1=g-1 \text{ por lo que está sobreidentificada.}$$

### Segunda ecuación (Importaciones)

$$\text{Import}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Consumo}_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 \text{Export}_t + u_{2t}$$

$$\text{Condición de orden: } g_2 + k_2 \geq g-1$$

En esta ecuación,  $g_2 = 2$  y  $k_2 = 3$ , por lo que  $g_2 + k_2 = 5 > 5-1=g-1$ , por lo que puede estar sobreidentificada.

$$\text{Condición de rango: } \text{rg}(A^*)=g-1$$

$$\text{rg}(A^*)=4 = 5-1=g-1 \text{ por lo que también está sobreidentificada.}$$

### Tercera ecuación (Inversión)

$$\text{Inv}_t = \gamma_0 + \gamma_1 (Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$$

$$\text{Condición de orden: } g_2 + k_2 \geq g-1$$

En esta ecuación,  $g_2 = 3$  y  $k_2 = 3$ , por lo que  $g_2 + k_2 = 6 > 5-1=g-1$ , por lo que puede estar sobreidentificada.

$$\text{Condición de rango: } \text{rg}(A^*)=g-1$$

$$\text{rg}(A^*)=4 = 5-1=g-1 \text{ por lo que igualmente está sobreidentificada.}$$

### Cuarta ecuación (Exportaciones)

$$\text{Export}_t = \lambda_0 + \lambda_1 \text{Salarios}_t + \lambda_2 \text{Impuestos}_t + u_{4t}$$

$$\text{Condición de orden: } g_2 + k_2 \geq g-1$$

En esta ecuación,  $g_2 = 4$  y  $k_2 = 2$ , por lo que  $g_2 + k_2 = 6 > 5-1=g-1$ , por lo que puede estar sobreidentificada.

Condición de rango:  $rg(A^*)=g-1$

$rg(A^*)=4 = 5-1=g-1$  por lo que está sobreidentificada.

**Primera ecuación:  $Consumo_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$**

La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios deja de ser la óptima, por lo que se estima por el proceso de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas.

Se introducen como instrumentos todas las variables predeterminadas del modelo.

Dependent Variable: CONSUMO  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:38  
 Sample (adjusted): 1997 2012  
 Included observations: 16 after adjustments  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8658.305	6645.675	1.302848	0.2171
Y	0.588306	0.066848	8.800671	0.0000
Y(-1)	-0.087768	0.120338	-0.729352	0.4798
Y(-2)	0.279434	0.065745	4.250255	0.0011
R-squared	0.999190	Mean dependent var		649175.1
Adjusted R-squared	0.998988	S.D. dependent var		166097.8
S.E. of regression	5284.487	Sum squared resid		3.35E+08
F-statistic	4932.405	Durbin-Watson stat		1.600545
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		6.03E+08
J-statistic	0.095838	Instrument rank		5
Prob(J-statistic)	0.756883			

Tabla 3.1. Estimación inicial de la ecuación de Consumo

Parece que puede existir un punto de ruptura (cambio estructural) en el año 2008. Para comprobarlo se ejecuta el Contraste de Chow en eViews. Se contrasta como hipótesis nula la igualdad de los coeficientes para los dos periodos separados por el punto de corte (en este caso 2008), y como hipótesis alternativa la existencia de distintos coeficientes (lo que significaría cambio estructural).

Chow Breakpoint Test: 2008  
 Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints  
 Varying regressors: All equation variables  
 Equation Sample: 1997 2012

F-statistic	2.453554	Prob. F(4,8)	0.1303
Wald Statistic	9.814215	Prob. Chi-Square(4)	0.0437

Tabla 3.2. Contraste de Chow en la ecuación de Consumo

Se obtiene un valor para el estadístico F de 2.453, con un p-valor de 0.1303. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula de que no hay ningún cambio estructural.

Para estudiar la existencia de autocorrelación de las perturbaciones se lleva a cabo el contraste de Breusch y Godfrey, cuya hipótesis nula es la ausencia de autocorrelación y la alternativa es la existencia de AR(m) o MA(m). Se introducen dos retardos para el contraste.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Obs*R-squared	5.848080	Prob. Chi-Square(2)	0.0537
---------------	----------	---------------------	--------

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Two-Stage Least Squares

Date: 07/18/16 Time: 20:15

Sample: 1997 2012

Included observations: 16

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2689.162	6230.628	0.431604	0.6752
Y	0.003457	0.067235	0.051421	0.9600
Y(-1)	-0.017989	0.120207	-0.149652	0.8840
Y(-2)	0.010791	0.063596	0.169680	0.8686
RESID(-1)	0.223406	0.305099	0.732240	0.4808
RESID(-2)	-0.771733	0.343436	-2.247096	0.0484
R-squared	0.365505	Mean dependent var		1.82E-11
Adjusted R-squared	0.048257	S.D. dependent var		4707.636
S.E. of regression	4592.642	Akaike info criterion		19.98229
Sum squared resid	2.11E+08	Schwarz criterion		20.27202
Log likelihood	-153.8584	Hannan-Quinn criter.		19.99713
F-statistic	1.152113	Durbin-Watson stat		1.835223
Prob(F-statistic)	0.395354			

Tabla 3.3. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Consumo

Se obtiene un valor del estadístico de  $T^*R^2_{AUX}=5.848080$  con un p-valor de 0.0537, por lo que se acepta la hipótesis nula de incorrelación. También se rechaza el contraste con un solo retardo.

La ecuación no precisa de modificaciones, por lo que se mantiene de la misma manera.

$$\text{Consumo}_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$$

**Segunda ecuación:  $Import_t = \beta_0 + \beta_1Consumo_t + \beta_2Y_{t-1} + \beta_3Export_t + u_{2t}$**

Se realiza de la misma manera la estimación por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas, introduciendo las variables predeterminadas como instrumentos.

Dependent Variable: IMPORT  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:44  
 Sample (adjusted): 1997 2012  
 Included observations: 16 after adjustments  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-67282.85	20309.32	-3.312905	0.0062
CONSUMO	1.678287	0.341858	4.909315	0.0004
Y(-1)	-0.867871	0.232332	-3.735473	0.0028
EXPORT	-0.280640	0.400516	-0.700697	0.4969
R-squared	0.966391	Mean dependent var		255858.3
Adjusted R-squared	0.957988	S.D. dependent var		74097.45
S.E. of regression	15187.60	Sum squared resid		2.77E+09
F-statistic	112.2814	Durbin-Watson stat		1.165292
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		4.66E+09
J-statistic	3.459115	Instrument rank		5
Prob(J-statistic)	0.062904			

Tabla 3.4. Estimación inicial de la ecuación de Importaciones

Se vuelve a realizar el contraste de ruptura de Chow para comprobar si ha habido cambio estructural y es necesario introducir una variable ficticia. Se introducen los comandos en eViews indicando como punto de ruptura el año 2008 para contrastar la hipótesis nula de igualdad de coeficientes.

Chow Breakpoint Test: 2008  
 Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints  
 Varying regressors: All equation variables  
 Equation Sample: 1997 2012

F-statistic	3.586295	Prob. F(4,8)	0.0586
Wald Statistic	14.34518	Prob. Chi-Square(4)	0.0063

Tabla 3.5. Contraste de Chow en la ecuación de Importaciones

Se obtiene un valor de F de 3.586 con un p-valor de 0.0586. Al igual que en la primera ecuación se acepta que no hay cambio estructural.

Se comprueba la presencia de autocorrelación de las perturbaciones a través del contraste de Breusch y Godfrey, cuya hipótesis nula es la ausencia de autocorrelación y la alternativa es la existencia de AR(m) o MA(m). Se introducen dos retardos para el contraste.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Obs*R-squared	13.72517	Prob. Chi-Square(2)	0.0010
---------------	----------	---------------------	--------

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Two-Stage Least Squares

Date: 11/07/16 Time: 13:46

Sample: 1997 2012

Included observations: 16

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7128.165	9045.822	-0.788006	0.4490
CONSUMO	0.224426	0.144317	1.555087	0.1510
Y(-1)	-0.133534	0.106836	-1.249889	0.2398
EXPORT	-0.133736	0.222685	-0.600562	0.5615
RESID(-1)	0.830305	0.183683	4.520312	0.0011
RESID(-2)	-1.095781	0.161812	-6.771939	0.0000
R-squared	0.857823	Mean dependent var		6.39E-11
Adjusted R-squared	0.786734	S.D. dependent var		13584.20
S.E. of regression	6273.276	Akaike info criterion		20.60598
Sum squared resid	3.94E+08	Schwarz criterion		20.89570
Log likelihood	-158.8479	Hannan-Quinn criter.		20.62082
F-statistic	12.06697	Durbin-Watson stat		2.377145
Prob(F-statistic)	0.000564			

Tabla 3.6. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Importaciones

Se obtiene un valor del estadístico de  $T \cdot R^2_{AUX} = 13.725$  con un p-valor de 0.001, por lo que se rechaza la hipótesis nula de incorrelación. Por lo tanto se acepta la existencia de un esquema AR(2) o MA(2).

Introduciéndolo en la ecuación se llega a la conclusión de que el AR(2) es el esquema adecuado, y con esto queda corregida la autocorrelación. Se introducen como instrumentos de AR(1) y AR(2) la variable consumo retardada uno y dos periodos respectivamente.

La ecuación quedaría finalmente de la siguiente manera:

$$\text{Import}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Consumo}_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 \text{Export}_t + u_{2t}$$

Dependent Variable: IMPORT  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:49  
 Sample (adjusted): 1998 2012  
 Included observations: 15 after adjustments  
 Convergence achieved after 13 iterations  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS  
 Lagged dependent variable & regressors added to instrument list

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-46765.94	15171.33	-3.082520	0.0131
CONSUMO	0.593983	0.146418	4.056753	0.0029
Y(-1)	-0.401201	0.070013	-5.730410	0.0003
EXPORT	1.062827	0.140771	7.550028	0.0000
AR(1)	1.849831	0.151708	12.19338	0.0000
AR(2)	-1.292738	0.223544	-5.782923	0.0003
R-squared	0.997493	Mean dependent var		264369.3
Adjusted R-squared	0.996100	S.D. dependent var		68123.58
S.E. of regression	4254.052	Sum squared resid		1.63E+08
Durbin-Watson stat	1.809299	J-statistic		8.157979
Instrument rank	12	Prob(J-statistic)		0.226756
Inverted AR Roots	.92-.66i	.92+.66i		
Estimated AR process is nonstationary				

Tabla 3.7. Estimación final de la ecuación de Importaciones

**Tercera ecuación:  $Inv_t = \gamma_0 + \gamma_1(Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$**

Se sigue con el mismo procedimiento utilizado en las ecuaciones anteriores. Se realiza la estimación por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas introduciendo las variables predeterminadas como instrumentos y se desarrolla de nuevo el contraste de ruptura de Chow para comprobar si ha habido cambio estructural. Se introducen los comandos en eViews indicando como punto de ruptura el año 2008 para contrastar la hipótesis nula de igualdad de coeficientes.

Dependent Variable: INV  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:51  
 Sample (adjusted): 1997 2012  
 Included observations: 16 after adjustments  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	208169.8	24668.89	8.438555	0.0000
DY	0.315893	0.524451	0.602330	0.5566
R-squared	0.023275	Mean dependent var		219141.2
Adjusted R-squared	-0.046491	S.D. dependent var		65050.78
S.E. of regression	66545.75	Sum squared resid		6.20E+10
F-statistic	0.362801	Durbin-Watson stat		0.119023
Prob(F-statistic)	0.556585	Second-Stage SSR		6.19E+10
J-statistic	13.83757	Instrument rank		5
Prob(J-statistic)	0.003135			

Tabla 3.8. Estimación inicial de la ecuación de Inversión

Chow Breakpoint Test: 2008  
 Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints  
 Varying regressors: All equation variables  
 Equation Sample: 1997 2012

F-statistic	37.66512	Prob. F(2,12)	0.0000
Wald Statistic	75.33023	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

Tabla 3.9. Contraste de Chow en la ecuación de Inversión

EViews proporciona un valor para el estadístico F de 37.665 con un p-valor de 0.0000, por lo que en este caso se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de coeficientes y se acepta un cambio estructural en el año 2008.

Es necesario introducir una variable ficticia en esta ecuación, que tomará el valor 1 para los valores correspondientes al periodo anterior a 2008, y 0 en caso contrario.

$$d_1 = \begin{cases} =1 & \text{de 1995 a 2008} \\ =0 & \text{de 2009 a 2012} \end{cases}$$

Al introducir la variable en la ecuación de forma aditiva y multiplicativa en eViews y con ellas mismas como sus instrumentos, aparece como una variable significativa en los dos casos. Este ajuste mejora el  $R^2$  ajustado de la ecuación original y de la ecuación con la variable ficticia añadida solamente de manera aditiva.

Introduciendo esta variable ficticia en la ecuación quedaría de esta forma:

$$\text{Inv}_t = (\gamma_0 + d_1) + \gamma_1(Y_t - Y_{t-1}) + \gamma_2 d_1(Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$$

Dependent Variable: INV  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:53  
 Sample (adjusted): 1997 2012  
 Included observations: 16 after adjustments  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS D1 D1\*DY

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	225208.4	38130.19	5.906300	0.0001
DY	-0.232419	1.814193	-0.128111	0.9002
D1	-183326.0	71338.51	-2.569804	0.0246
D1*DY	3.633918	2.140912	1.697369	0.1154
R-squared	0.433053	Mean dependent var		219141.2
Adjusted R-squared	0.291316	S.D. dependent var		65050.78
S.E. of regression	54761.95	Sum squared resid		3.60E+10
F-statistic	3.043202	Durbin-Watson stat		0.969317
Prob(F-statistic)	0.070338	Second-Stage SSR		3.61E+10
J-statistic	11.90731	Instrument rank		7
Prob(J-statistic)	0.007708			

Tabla 3.10. Estimación con v.ficticia de la ecuación de Inversión

De nuevo es necesario comprobar si existe autocorrelación de las perturbaciones a través del contraste de Breusch y Godfrey, cuya hipótesis nula es la ausencia de autocorrelación y la alternativa es la existencia de AR(m) o MA(m). Se introducen dos retardos para el contraste.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Obs*R-squared	8.182964	Prob. Chi-Square(2)	0.0167
---------------	----------	---------------------	--------

Test Equation:

Dependent Variable: RESID  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:53  
 Sample: 1997 2012  
 Included observations: 16  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14768.07	50513.95	0.292356	0.7760
DY	3.715207	2.381382	1.560105	0.1498
D1	-4312.456	71680.98	-0.060162	0.9532
D1*DY	-3.699976	2.533141	-1.460628	0.1748
RESID(-1)	1.134433	0.406566	2.790279	0.0191
RESID(-2)	-0.204916	0.464465	-0.441187	0.6685
R-squared	0.511435	Mean dependent var		1.66E-11
Adjusted R-squared	0.267153	S.D. dependent var		48980.58
S.E. of regression	41930.55	Akaike info criterion		24.40541
Sum squared resid	1.76E+10	Schwarz criterion		24.69513
Log likelihood	-189.2433	Hannan-Quinn criter.		24.42025
F-statistic	2.093623	Durbin-Watson stat		1.619753
Prob(F-statistic)	0.149797			

Tabla 3.11. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Inversión

Se obtiene un valor del estadístico de  $T \cdot R^2_{AUX} = 8.1829$  con un p-valor de 0.0167, por lo que se rechaza la hipótesis nula de incorrelación. Por lo tanto se acepta la existencia de un esquema AR(2) o MA(2).

Introduciéndolo en la ecuación se llega a la conclusión de que el AR(2) es el esquema adecuado, y con esto queda corregida la autocorrelación.

Dependent Variable: INV  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:55  
 Sample (adjusted): 1998 2012  
 Included observations: 15 after adjustments  
 Convergence achieved after 32 iterations  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS D1 D1\*DY  
 Lagged dependent variable & regressors added to instrument list

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	92581.23	50344.27	1.838962	0.0991
DY	-0.226650	0.155394	-1.458553	0.1787
D1	55447.08	9137.823	6.067866	0.0002
D1*DY	1.052182	0.296435	3.549450	0.0062
AR(1)	2.037608	0.168172	12.11619	0.0000
AR(2)	-1.104738	0.167524	-6.594522	0.0001
R-squared	0.995526	Mean dependent var		226340.9
Adjusted R-squared	0.993041	S.D. dependent var		60375.95
S.E. of regression	5036.776	Sum squared resid		2.28E+08
Durbin-Watson stat	1.414185	J-statistic		8.974512
Instrument rank	13	Prob(J-statistic)		0.254491
Inverted AR Roots	1.02-.26i	1.02+.26i		
	Estimated AR process is nonstationary			

Tabla 3.12. Estimación final de la ecuación de Inversión

**Cuarta ecuación:  $Export_t = \lambda_0 + \lambda_1 Salarios_t + \lambda_2 Impuestos_t + u_{4t}$**

Por última vez se hacen estos contrastes para comprobar la existencia de errores en la ecuación, estimando por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas con las variables predeterminadas como instrumentos.

Dependent Variable: EXPORT  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 11/07/16 Time: 13:58  
 Sample (adjusted): 1997 2012  
 Included observations: 16 after adjustments  
 Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-9291.207	27534.16	-0.337443	0.7412
SALARIOS	0.552125	0.117880	4.683771	0.0004
IMPUESTOS	0.175092	0.589949	0.296791	0.7713

R-squared	0.863317	Mean dependent var	230706.1
Adjusted R-squared	0.842289	S.D. dependent var	62305.34
S.E. of regression	24743.20	Sum squared resid	7.96E+09
F-statistic	41.05542	Durbin-Watson stat	0.640429
Prob(F-statistic)	0.000002	Second-Stage SSR	7.96E+09
J-statistic	5.680238	Instrument rank	5
Prob(J-statistic)	0.058419		

Tabla 3.13. Estimación inicial de la ecuación de Exportaciones

En primer lugar se ejecuta el contraste de Chow para contrastar la hipótesis nula de igualdad de coeficientes para periodos anteriores y posteriores a 2008.

Chow Breakpoint Test: 2008

Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints

Varying regressors: All equation variables

Equation Sample: 1997 2012

F-statistic	17.23198	Prob. F(3,10)	0.0003
Wald Statistic	51.69595	Prob. Chi-Square(3)	0.0000

Tabla 3.14. Contraste de Chow en la ecuación de Exportaciones

Al introducir los comandos en eViews el programa devuelve unos valores de 17.2319 y de 0.0003 para el estadístico F y el p-valor, respectivamente. Por ello se rechaza que no exista cambio estructural y se introduce la variable ficticia  $d_1$  al igual que en la ecuación anterior.

$$d_1 \begin{cases} =1 & \text{de 1995 a 2008} \\ =0 & \text{de 2009 a 2012} \end{cases}$$

Al introducir esta variable de forma aditiva y multiplicativa para los dos regresores parece que no es significativa la variable  $d_1 \cdot \text{Impuestos}$ , por lo que se elimina, pero al hacerlo desciende el  $R^2$  ajustado, por lo que mantengo la variable. La cuarta ecuación resultaría de esta manera:

$$\text{Export}_t = (\lambda_0 + d_1) + \lambda_1 \text{Salarios}_t + \lambda_2 \text{Impuestos}_t + \lambda_3 d_1 \text{Salarios}_t + \lambda_4 d_1 \text{Impuestos}_t + u_{4t}$$

Dependent Variable: EXPORT  
Method: Two-Stage Least Squares  
Date: 11/07/16 Time: 14:01  
Sample (adjusted): 1997 2012  
Included observations: 16 after adjustments  
Instrument specification: C Y(-1) Y(-2) SALARIOS IMPUESTOS D1  
SALARIOS\*D1 IMPUESTOS\*D1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	933406.8	233386.0	3.999413	0.0025
SALARIOS	-1.558678	0.375504	-4.150901	0.0020
IMPUESTOS	1.870740	0.991427	1.886916	0.0885
D1	-929560.3	233819.8	-3.975542	0.0026
SALARIOS*D1	2.062228	0.387575	5.320844	0.0003
IMPUESTOS*D1	-1.683167	1.069013	-1.574506	0.1464
R-squared	0.979163	Mean dependent var		230706.1
Adjusted R-squared	0.968744	S.D. dependent var		62305.34
S.E. of regression	11015.14	Sum squared resid		1.21E+09
F-statistic	93.98248	Durbin-Watson stat		2.343134
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		1.21E+09
J-statistic	9.154788	Instrument rank		8
Prob(J-statistic)	0.010282			

Tabla 3.15. Estimación con v.ficticia de la ecuación de Exportaciones

Para esta última ecuación se realiza una vez más el contraste de Breusch y Godfrey para ver si hay autocorrelación de las perturbaciones. La hipótesis nula es la ausencia de autocorrelación y la alternativa es la existencia de AR(m) o MA(m). Se introducen dos retardos para el contraste.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Obs*R-squared	1.729912	Prob. Chi-Square(2)	0.4211
---------------	----------	---------------------	--------

Test Equation:

Dependent Variable: RESID  
Method: Two-Stage Least Squares  
Date: 11/07/16 Time: 14:01  
Sample: 1997 2012  
Included observations: 16  
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	241752.9	447447.0	0.540294	0.6037
SALARIOS	-0.394193	0.779459	-0.505726	0.6267
IMPUESTOS	-0.496218	1.163109	-0.426631	0.6809
D1	-244502.4	450517.1	-0.542715	0.6021
SALARIOS*D1	0.444529	0.820110	0.542035	0.6026
IMPUESTOS*D1	0.281747	1.164919	0.241860	0.8150
RESID(-1)	-0.509822	0.602519	-0.846151	0.4221
RESID(-2)	-0.124555	0.684161	-0.182055	0.8601
R-squared	0.108119	Mean dependent var		-7.81E-11
Adjusted R-squared	-0.672276	S.D. dependent var		8993.822

S.E. of regression	11630.50	Akaike info criterion	21.86750
Sum squared resid	1.08E+09	Schwarz criterion	22.25380
Log likelihood	-166.9400	Hannan-Quinn criter.	21.88728
F-statistic	0.138544	Durbin-Watson stat	1.828685
Prob(F-statistic)	0.991427		

Tabla 3.16. Contraste de Breusch y Godfrey para la ecuación de Exportaciones

Se obtiene un valor del estadístico de  $T \cdot R_{AUX}^2 = 1.7299$  con un p-valor de 0.4211, por lo que se acepta la hipótesis nula de incorrelación. Por lo tanto se rechaza la existencia de un esquema AR(2) o MA(2). Para un solo retardo también se rechaza.

Entonces, el modelo final quedaría de la siguiente manera:

- $Consumo_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$
- $Import_t = \beta_0 + \beta_1 Consumo_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Export_t + u_{2t}$  (Según un esquema AR(2))
- $Inv_t = (\gamma_0 + d_1) + \gamma_1(Y_t - Y_{t-1}) + \gamma_2 d_1(Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$  (Según un esquema AR(1))
- $Export_t = (\lambda_0 + d_1) + \lambda_1 Salarios_t + \lambda_2 Impuestos_t + \lambda_3 d_1 Salarios_t + \lambda_4 d_1 Impuestos_t + u_{4t}$
- $Y_t = Consumo_t + Inv_t + Export_t - Import_t$

#### 4. Resolución del Modelo

Se resuelve el modelo en eViews a través del comando:

Object - New object – Model – Text –

assign @all f1

:eq01  $Consumo_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 Y_{t-1} + \alpha_3 Y_{t-2} + u_{1t}$

:eq02  $Import_t = \beta_0 + \beta_1 Consumo_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 Export_t + u_{2t}$

:eq03  $Inv_t = (\gamma_0 + d_1) + \gamma_1(Y_t - Y_{t-1}) + \gamma_2 d_1(Y_t - Y_{t-1}) + u_{3t}$

:eq04  $Export_t = (\lambda_0 + d_1) + \lambda_1 Salarios_t + \lambda_2 Impuestos_t + \lambda_3 d_1 Salarios_t + \lambda_4 d_1 Impuestos_t + u_{4t}$

y=consumo+inv+export-import

Y por último resolviéndolo a través de Solve. De manera que todas las variables estimadas tendrán el sufijo “f1”.

### Consumo:

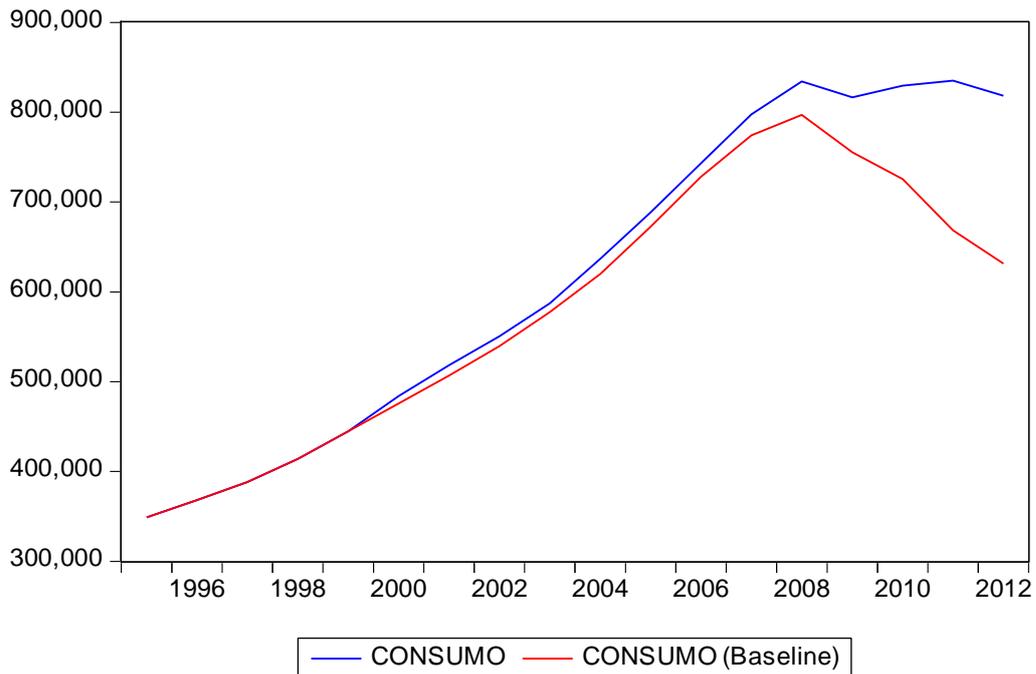


Gráfico 4.1. Consumo observado y estimado

La estimación realizada en eViews (en rojo) sigue la tendencia general hasta el punto de ruptura (2008), aunque en el segundo periodo tiene un desfase con una mayor caída.

### Importaciones:

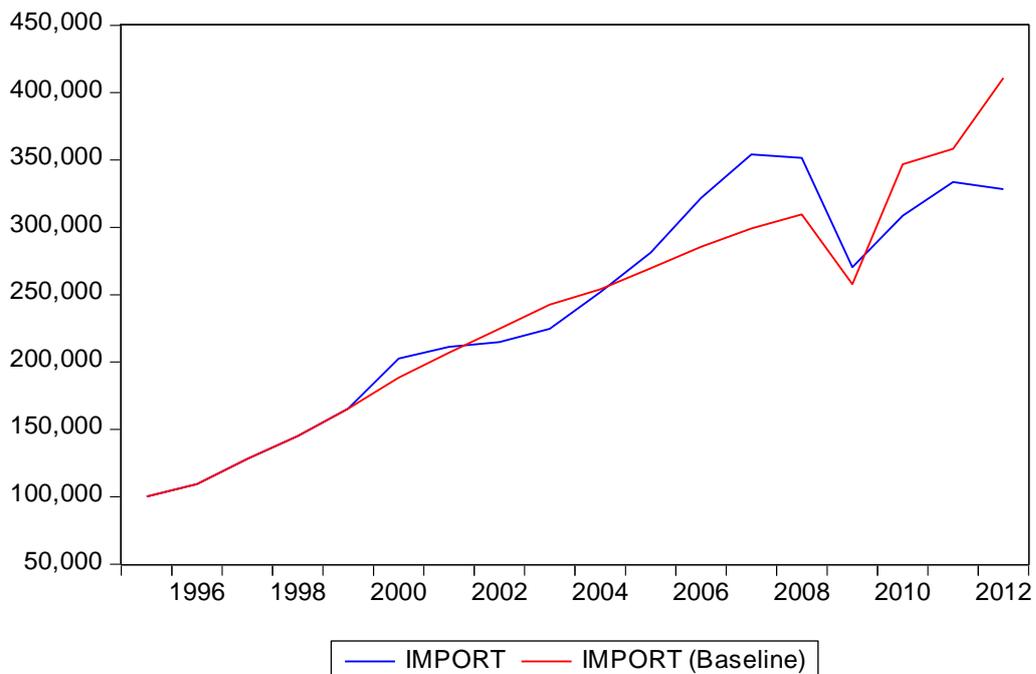


Gráfico 4.2. Importaciones observadas y estimadas

Sigue la misma tendencia que los datos observados, aunque con oscilaciones menos pronunciadas.

Inversión:

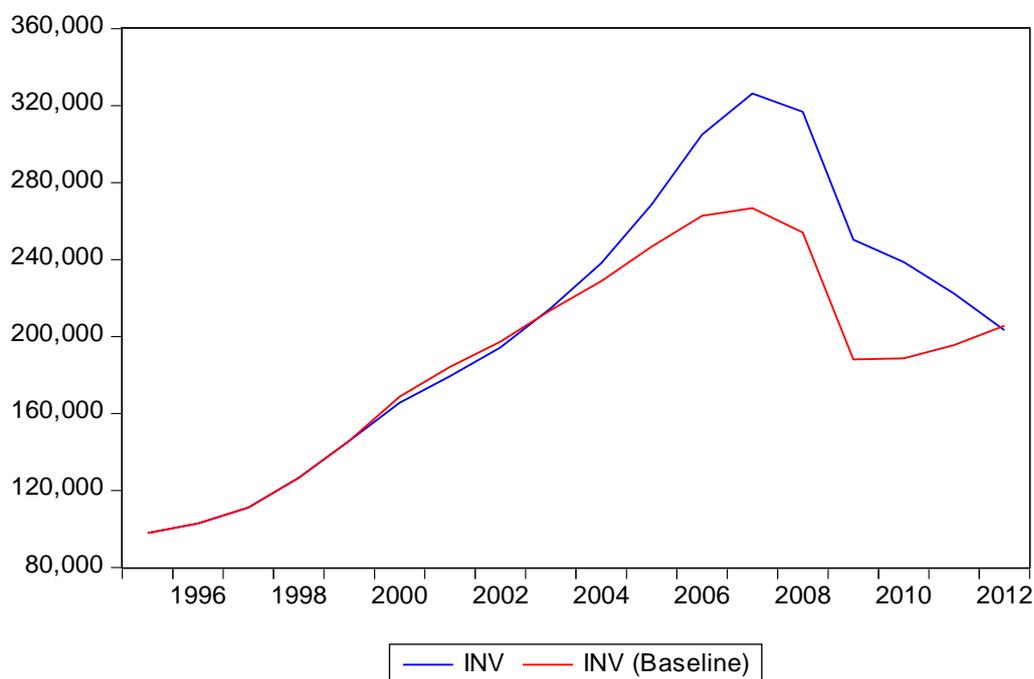
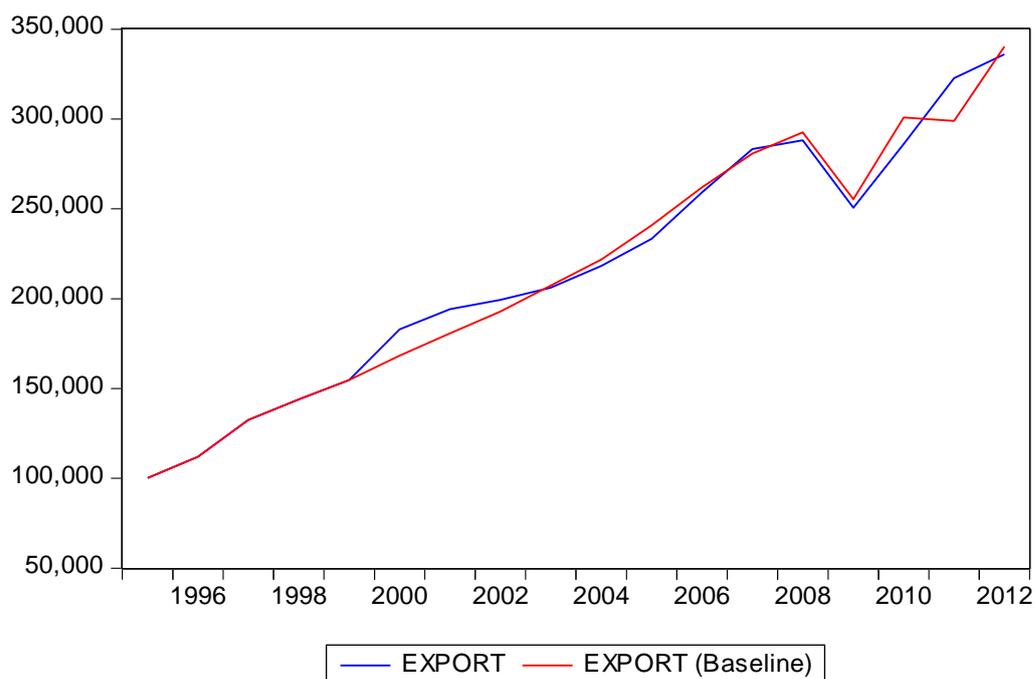


Gráfico 4.3. Inversión observada y estimada

Se despegó de los datos observados a partir de 2003 pero sigue una tendencia general similar y las dos series se encuentran en el último año (2012).

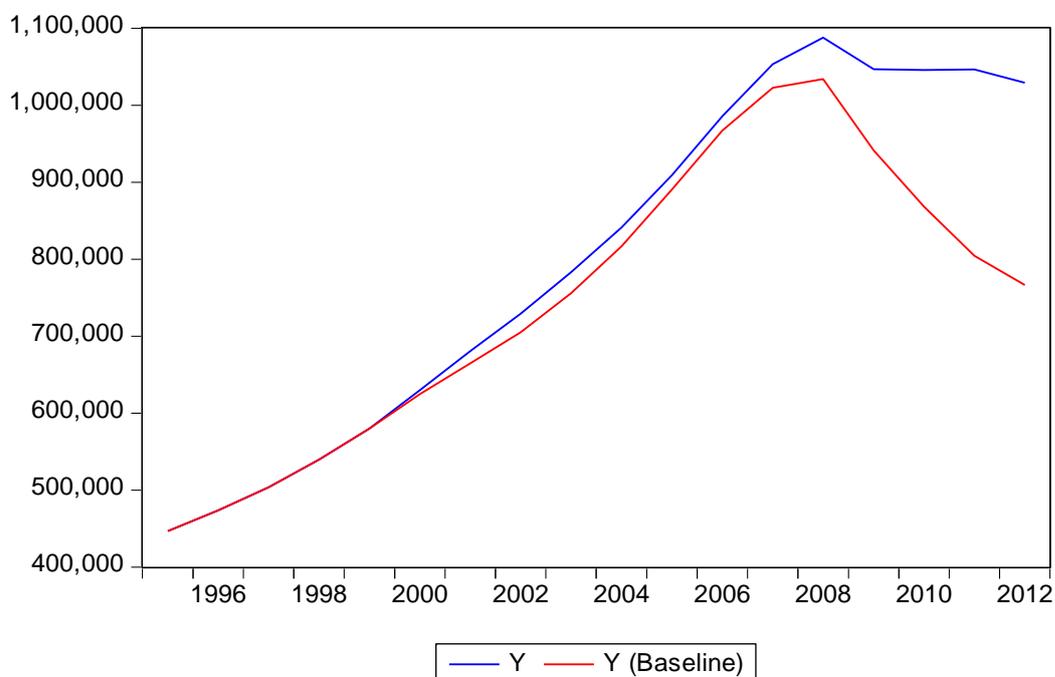
Exportaciones:



#### Gráfico 4.4. Exportaciones observadas y estimadas

El ajuste es mejor que en las variables anteriores, se ajusta muy bien a los datos observados para toda la serie.

PIB a precios de mercado:



#### Gráfico 4.5. PIB a precios de mercado observado y estimado

Es la ecuación identidad. Los desfases de los últimos años que tienen algunas de las variables estimadas se trasladan a esta. En general puede decirse que el ajuste es bueno y que explica con cierta precisión el comportamiento de las variables incluidas en el mismo.

## 5. Conclusiones

- ❖ Las cinco variables endógenas están muy correlacionadas, y unas sirven para explicar el comportamiento de las otras.
- ❖ La crisis económica global impactó gravemente a la economía española en algunas de sus variables macroeconómicas más importantes.
- ❖ Los estimadores obtenidos son consistentes, al haberse hecho la regresión por el método de mínimos cuadrados en dos etapas.
- ❖ El gasto en consumo final puede explicarse como una relación del PIB a precios de mercado del periodo actual y retardado uno y dos periodos. A mayores niveles de renta recientes, el consumo será mayor.

- ❖ Las importaciones de bienes y servicios se puede determinar como una función del gasto en consumo final, el PIB a precios de mercado del periodo anterior y las exportaciones de bienes y servicios. A mayor consumo, mayor nivel de exportaciones, y mayor renta del periodo anterior, habrá más importaciones.
- ❖ Puede establecerse una relación directa entre la formación bruta de capital y el incremento del PIB a precios de mercado respecto al periodo anterior. A mayor variación del PIB, se producirá una mayor inversión.
- ❖ Las exportaciones de bienes y servicios pueden explicarse por medio de los salarios y los impuestos sobre los productos.

Los resultados obtenidos en la estimación del modelo no se ajustan en su totalidad a los reales. Las variables utilizadas presentan una fuerte correlación, pero se necesitan más variables explicativas para que el modelo se ajuste completamente.

El modelo Keynesiano simple no se ajusta en el periodo de crisis y parece que sirve para explicar los periodos de crecimiento económico, de la misma manera que ocurrió con el modelo inicial en Estados Unidos, después de la grave crisis producida en el llamado “crack de la bolsa” en 1929.

## 6. Bibliografía

Todos los cuadros, tablas y gráficos han sido obtenidos a través del programa econométrico eViews (versión 8.1).

Datos obtenidos de la página web oficial del Instituto Nacional de Estadística <http://www.ine.es/> [Consulta: 30/05/2016]

Yrigoyen, C. C. “Ejemplo de modelos econométricos”, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid.

Pulido San Román, Antonio y Pérez García, Julián (2001): *Modelos Econométricos*, Editorial Pirámide.

Carrascal Arranz, U. y otros (2000), "*Análisis Económico con Eviews*". Editorial Ra-Ma.