



Universidad de Navarra

CIIF

**CENTRO INTERNACIONAL DE
INVESTIGACION FINANCIERA**

ESTUDIO DE LA EVOLUCION DEL PIB
EN ESPAÑA Y DE SUS COMPONENTES
DE OFERTA Y DEMANDA

Miguel A. Ariño*
Manuel Salvador**

DOCUMENTO DE INVESTIGACION N° 365
Junio, 1998

* Profesor de Análisis de Decisiones, IESE

** Profesor, Universidad de Zaragoza

División de Investigación
IESE
Universidad de Navarra
Av. Pearson, 21
08034 Barcelona

El CIIF (Centro Internacional de Investigación Financiera) nace como consecuencia de las inquietudes en investigación financiera de un grupo interdisciplinar de profesores del IESE, y se configura como un núcleo de trabajo dentro de las actividades del IESE. Sus objetivos son: aunar esfuerzos en la búsqueda de respuestas a las cuestiones que se plantean los responsables de empresas financieras y los responsables financieros de todo tipo de empresas en el desempeño de sus funciones; desarrollar nuevas herramientas para la dirección financiera; y profundizar en el estudio y efectos de las transformaciones que se producen en el mundo financiero.

El desarrollo de las actividades del CIIF ha sido posible gracias a sus Empresas Patrono: Aena, A.T. Kearney, Caja de Ahorros de Madrid, Datastream, Endesa, Fundación Ramón Areces, Telefónica y Unión Fenosa.

ESTUDIO DE LA EVOLUCION DEL PIB EN ESPAÑA Y DE SUS COMPONENTES DE OFERTA Y DEMANDA

Resumen

En este artículo hacemos un estudio de la evolución del PIB en España y de sus componentes, tanto por el lado de la oferta como de la demanda. Obtenemos 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. Estos modelos permiten hacer previsiones del comportamiento futuro de estas variables.

ESTUDIO DE LA EVOLUCION DEL PIB EN ESPAÑA Y DE SUS COMPONENTES DE OFERTA Y DEMANDA

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es estudiar modelos que expliquen la evolución del producto interior bruto, PIB, en España, así como de sus componentes. El PIB de un país puede descomponerse con arreglo a dos criterios. Por el lado de la demanda, se descompone en:

- Consumo privado
- Consumo público
- Formación bruta de capital fijo (inversiones)
- Exportaciones
- Importaciones

A estos cinco componentes del PIB hay que añadirle la variación de existencias; sin embargo, este componente es muy pequeño, por lo que no lo consideraremos en este trabajo. Además, es el único componente que puede tomar valores negativos, por lo que requiere una metodología de estudio distinta a la de los demás componentes. El consumo privado, el consumo público y la formación bruta de capital fijo componen la demanda nacional. Estos cinco componentes del PIB por el lado de la demanda pueden a su vez descomponerse en subapartados más finos. Así, la formación bruta de capital fijo puede descomponerse en bienes de equipo y construcción; las exportaciones pueden descomponerse en exportaciones de bienes y exportaciones de servicios, así como las importaciones.

Utilizaremos para hacer este estudio los datos suministrados por el Instituto Nacional de Estadística. Disponemos de datos trimestrales de todas las variables de interés desde el primer trimestre de 1970 hasta el cuarto trimestre de 1997. Sin embargo, en un trabajo previo (cfr. Ariño, 1997) mostramos que sólo era necesario utilizar 50 datos para estimar modelos que expliquen la evolución del PIB en España, por lo que nos hemos restringido a los datos trimestrales desde el primer trimestre de 1985. Los datos están expresados en pesetas constantes. Trabajaremos con la tasa de crecimiento interanual del PIB, es decir, si $P(t)$ es el valor del PIB en el trimestre t , estaremos interesados en la variable:

$$T(t) = \log P(t) - \log P(t - 4)$$

$T(t)$ es aproximadamente:

$$T(t) \approx \frac{P(t) - P(t - 4)}{P(t - 4)}$$

Denotaremos por $\Delta T(t)$ al incremento de la variable $T(t)$, es decir:

$$\Delta T(t) = T(t) - T(t-1)$$

A lo largo de este artículo denotaremos indistintamente a la variable T en el instante t mediante $T(t)$ o T_t .

Por el lado de la oferta, los componentes del PIB que vamos a estudiar son los tres sectores tradicionales de la economía más el sector de la construcción:

- Sector industrial (sin construcción)
- Construcción
- Sector servicios
- Sector agrícola

El sector industrial abarca al sector de la construcción; sin embargo, al ser éste un sector muy importante, suele estudiarse por separado.

Para el PIB y para cada uno de sus componentes por el lado de la demanda, y sus componentes por el lado de la oferta, se ha estimado un modelo que explica la evolución de cada variable. El proceso que se ha seguido para seleccionar los modelos se describe en la sección 5. En la sección 2 introducimos los modelos ARIMA estacionales que vamos a utilizar para representar la evolución del PIB y de sus componentes. En la sección 3 estudiamos el PIB y cada uno de sus componentes, tanto por el lado de la oferta como de la demanda, de acuerdo con los modelos presentados en la sección 2. En la sección 4 hacemos un resumen de los resultados obtenidos.

2. Los modelos ARIMA y ARIMA estacionales

En esta sección vamos a introducir los modelos que vamos a utilizar para explicar la evolución de las variables en que estamos interesados. Comenzaremos con los modelos ARIMA y seguiremos con los modelos estacionales.

2.1. Modelos ARIMA

Una serie x_t decimos que sigue un modelo ARMA (p, q) si x_t es estacionaria y puede expresarse mediante:

$$x_t = a_0 + a_1 x_{t-1} + \dots + a_p x_{t-p} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + b_q \varepsilon_{t-q}$$

siempre y cuando los coeficientes a_i y b_j satisfagan ciertas condiciones (cfr. Vandaele, 1983).

Una serie x_t diremos que sigue un modelo ARIMA (p, d, q) si la serie z_t de las «d» primeras diferencias de x_t siguen un modelo ARMA (p, q) .

La primera diferencia de la serie x_t es:

$$\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$$

La segunda diferencia de la serie x_t es:

$$\Delta\Delta x_t = \Delta^2 x_t = \Delta(x_t - x_{t-1}) = (x_t - x_{t-1}) - (x_{t-1} - x_{t-2})$$

Y de modo similar se define la diferencia d de x_t . $\Delta^d x_t$.

Utilizando el operador B que se define mediante:

$$B(x_t) = x_{t-1}$$

Los modelos ARIMA (p, d, q) pueden expresarse mediante:

$$(1 - a_1 B - \dots - a_p B^p) \Delta^d x_t = (1 + b_1 B + \dots + b_q B^q) \varepsilon_t$$

2.2. Modelos ARIMA estacionales

Del mismo modo como se definía los modelos ARIMA, se dice que una serie x_t sigue un modelo ARIMA estacional del tipo ARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)_4$, si puede expresarse mediante:

$$(1 - a_1 B - \dots - a_p B^p) (1 - c_1 B^4 - \dots - c_p B^{4p}) \Delta^d \Delta_4^D x_t = (1 + b_1 B + \dots + b_q B^q) (1 + d_1 B^4 + \dots + d_Q B^{4Q}) \varepsilon_t$$

siendo $\Delta_4^D x_t$ el operador diferencia estacional:

$$\Delta_4 x_t = x_t - x_{t-4}$$

$$\Delta_4^2 x_t = \Delta_4(x_t - x_{t-4}) = (x_t - x_{t-4}) - (x_{t-4} - x_{t-8})$$

3. Evolución del PIB y de cada una de sus componentes

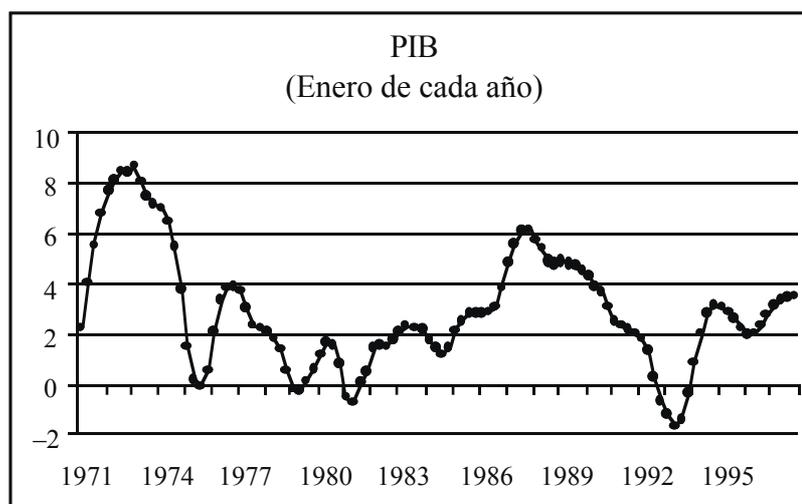
Esta sección tendrá diez partes. En la primera estudiaremos la evolución del PIB. En las cinco siguientes estudiaremos la evolución de cada uno de los cinco componentes del PIB por el lado de la demanda, y en las cuatro últimas estudiaremos cada uno de los componentes del PIB por el lado de la oferta, es decir, los cuatro grandes sectores que componen el PIB.

3.1. Evolución del PIB

La Figura adjunta muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento del PIB en España por cuatrimestres desde 1971. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA $(2, 1, 0)$ cuya ecuación es:

$$(1 - \alpha_1 B - \alpha_2 B^2) \Delta T_t = \varepsilon_t$$

con $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$, una distribución normal de media 0 y desviación estándar σ . Los valores de los parámetros se encuentran en la Tabla contigua.



Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
α_1	1,36	0,11	12,36
α_2	-0,62	0,11	-5,6
σ	0,002		

El modelo resulta ser:

$$y_t = (1+\alpha_1)y_{t-1} + (\alpha_2 - \alpha_1)y_{t-2} - \alpha_3 y_{t-3} + \varepsilon_t$$

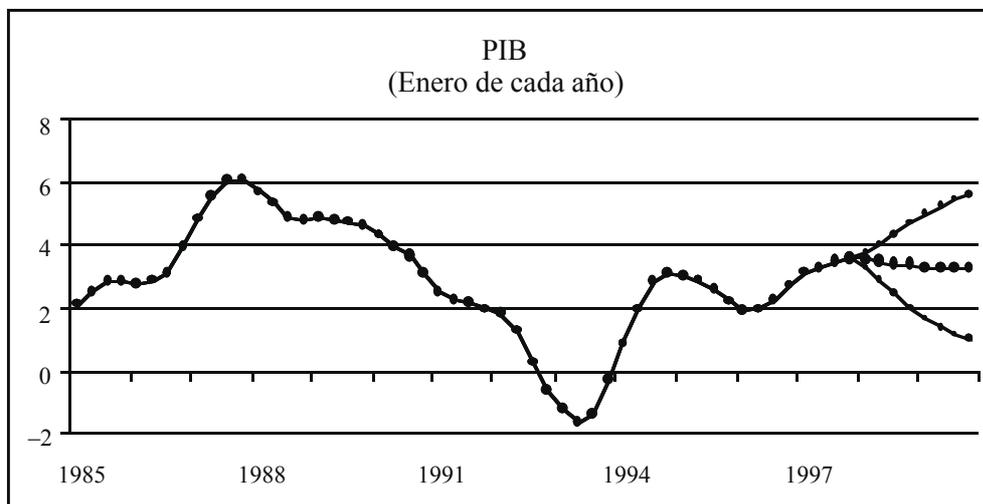
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = 2,36y_{t-1} - 1,98y_{t-2} + 0,62y_{t-3} + \varepsilon_t$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del PIB cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla.

Período	Predicción	Error estándar
1er trimestre de 1998	3,52	0,21
2º trimestre de 1998	3,47	0,54
3er trimestre de 1998	3,41	0,92
4º trimestre de 1998	3,36	1,30
1er trimestre de 1999	3,32	1,64
2º trimestre de 1999	3,31	1,91
3er trimestre de 1999	3,31	2,12
4º trimestre de 1999	3,32	2,29

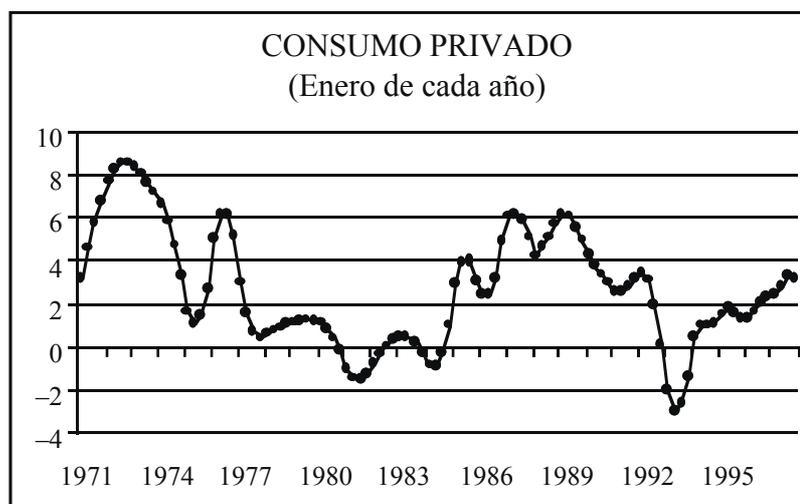
El siguiente gráfico muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, así como un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.2. Evolución del consumo privado

La siguiente Figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento del consumo privado. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (1, 1, 0) (0, 0, 1)₄, cuya ecuación es:

$$(1 - \alpha_1 B) \Delta y_t = (1 - \theta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los parámetros de este modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
α_1	0,76	0,10	7,6
θ_1	0,77	0,10	7,7
σ	0,004		

El modelo resulta ser:

$$y_t = (1 + \alpha_1)y_{t-1} + \alpha_1 y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-4}$$

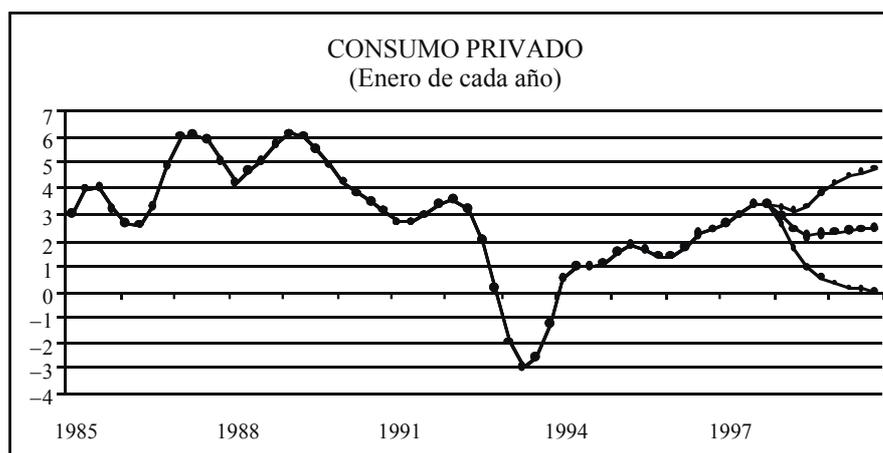
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = 1,76y_{t-1} - 0,76y_{t-2} + \varepsilon_t - 0,77\varepsilon_{t-4}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del consumo privado cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la Tabla adjunta:

Período	Predicción	Error estándar
1er trimestre de 1998	2,86	0,34
2º trimestre de 1998	2,39	0,72
3er trimestre de 1998	2,14	1,15
4º trimestre de 1998	2,20	1,61
1er trimestre de 1999	2,26	1,91
2º trimestre de 1999	2,32	2,12
3er trimestre de 1999	2,36	2,27
4º trimestre de 1999	2,41	2,39

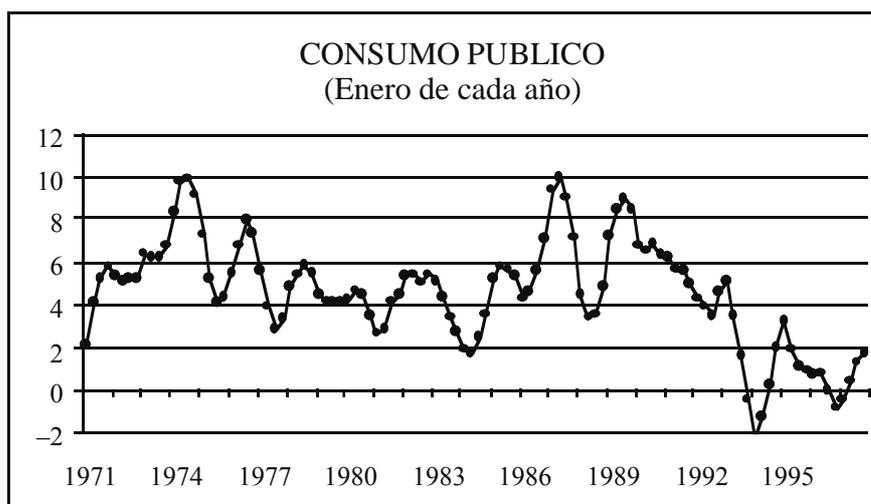
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.3. Evolución del consumo público

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento del consumo público. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (2, 1, 2), cuya ecuación es:

$$(1 - \alpha_1 B - \alpha_2 B^2) \Delta y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t$$



Los parámetros del modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
α_1	0,95	0,20	47,5
α_2	-0,34	0,14	-2,43
θ_1	-0,20	0,18	-1,11
θ_2	0,80	0,18	4,44
σ	0,007		

El modelo resulta ser:

$$y_t = (1 + \alpha_1)y_{t-1} + (\alpha_2 - \alpha_1)y_{t-2} - \alpha_2 y_{t-3} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

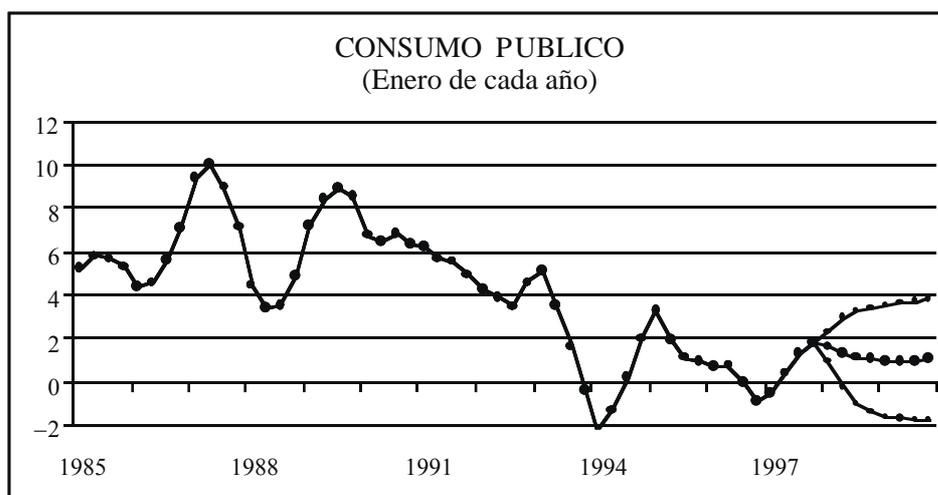
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = 1,95y_{t-1} - 1,29y_{t-2} + 0,349y_{t-3} + \varepsilon_t + 0,2\varepsilon_{t-1} - 0,8\varepsilon_{t-2}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del consumo público cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	1,63	0,68
2 ^o trimestre de 1998	1,34	1,60
3 ^{er} trimestre de 1998	1,11	2,10
4 ^o trimestre de 1998	0,99	2,41
1 ^{er} trimestre de 1999	0,96	2,56
2 ^o trimestre de 1999	0,97	2,65
3 ^{er} trimestre de 1999	0,98	2,73
4 ^o trimestre de 1999	1,00	2,81

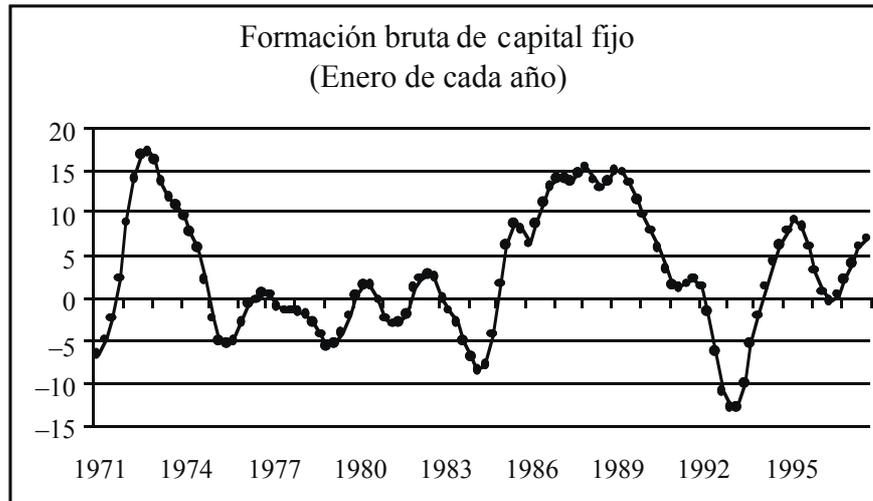
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.4. Evolución de la formación bruta de capital fijo

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento de la formación bruta de capital fijo. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (0, 1, 2) (0, 0, 2)₄, cuya ecuación es:

$$\Delta y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) (1 - \delta_1 B^4 - \delta_2 B^8) \varepsilon_t$$



Los valores de los parámetros son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
θ_1	-1,23	0,11	-11,18
θ_2	-0,70	0,12	-5,83
δ_1	0,65	0,15	4,33
δ_2	0,33	0,15	2,20
σ	0,009		

El modelo resulta ser:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \delta_1 \varepsilon_{t-4} + \theta_1 \delta_1 \varepsilon_{t-5} + \theta_2 \delta_1 \varepsilon_{t-6} - \delta_2 \varepsilon_{t-8} + \theta_1 \delta_2 \varepsilon_{t-9} + \theta_2 \delta_2 \varepsilon_{t-10}$$

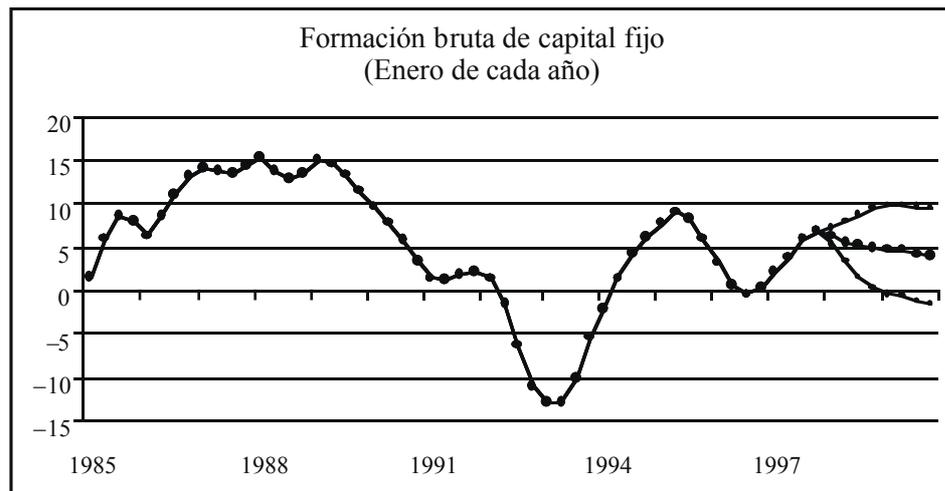
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t + 1,23\varepsilon_{t-1} + 0,7\varepsilon_{t-2} - 0,65\varepsilon_{t-4} - 0,8\varepsilon_{t-5} - 0,45\varepsilon_{t-6} - 0,335\varepsilon_{t-8} - 0,41\varepsilon_{t-9} - 0,23\varepsilon_{t-10}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento de la formación bruta de capital fijo cada trimestre de 1998 y 1999, vienen dadas en esta Tabla:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	6,37	0,96
2 ^o trimestre de 1998	5,68	2,34
3 ^{er} trimestre de 1998	5,18	3,65
4 ^o trimestre de 1998	4,82	4,60
1 ^{er} trimestre de 1999	4,72	5,10
2 ^o trimestre de 1999	4,63	5,32
3 ^{er} trimestre de 1999	4,20	5,43
4 ^o trimestre de 1999	4,05	5,54

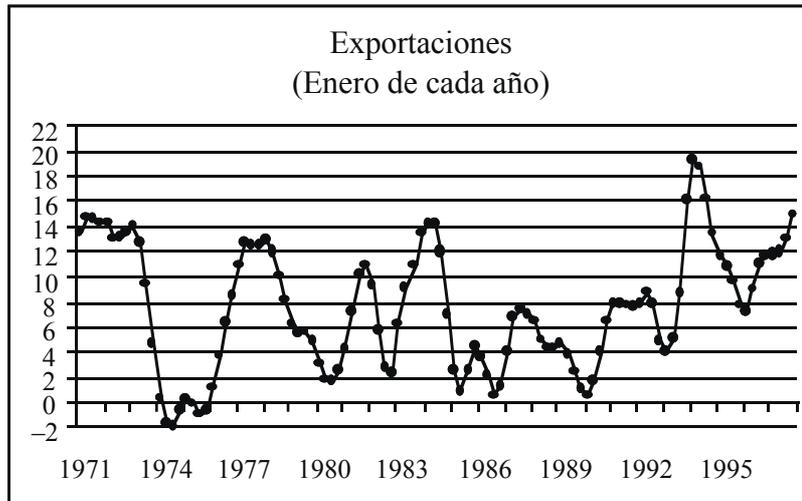
El siguiente gráfico muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.5. Evolución de las exportaciones

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento de las exportaciones en España por cuatrimestres desde 1971. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (0, 1, 0) (0, 0, 1)₄, cuya ecuación es:

$$\Delta y_t = (1 - \delta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los valores de los parámetros son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
δ_1	0,64	0,11	5,82
σ	0,014		

El modelo resulta ser:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - \delta_1 \varepsilon_{t-4}$$

que con los parámetros estimados es:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - 0,64\varepsilon_{t-4}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento de las exportaciones cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	13,92	1,41
2 ^o trimestre de 1998	13,24	1,99
3 ^{er} trimestre de 1998	12,19	2,44
4 ^o trimestre de 1998	11,26	2,81
1 ^{er} trimestre de 1999	11,26	2,86
2 ^o trimestre de 1999	11,26	2,90
3 ^{er} trimestre de 1999	11,26	2,95
4 ^o trimestre de 1999	11,26	2,99

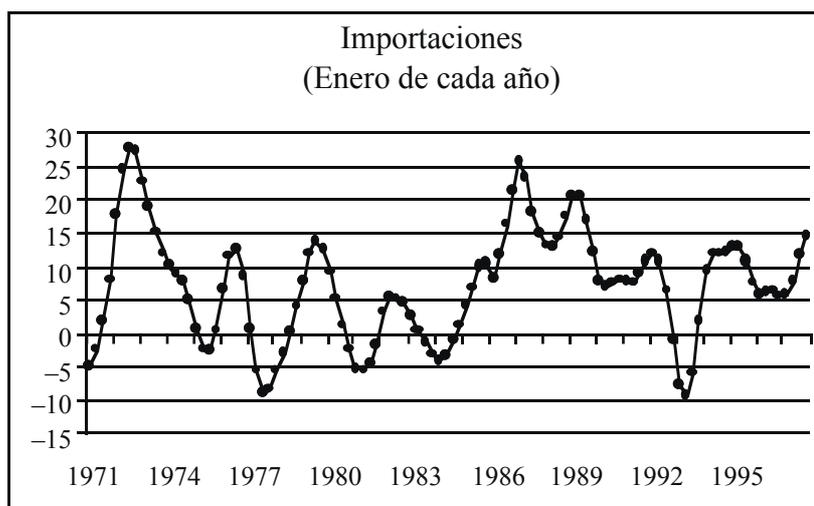
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, así como un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.6. Evolución de las importaciones

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento de las importaciones. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (0, 1, 0) (0, 0, 1)₄, cuya ecuación es:

$$\Delta y_t = (1 - \delta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los parámetros del modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
δ_1	1,00	0,001	1.000
σ	0,02		

El modelo resulta ser:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - \delta_1 \varepsilon_{t-4}$$

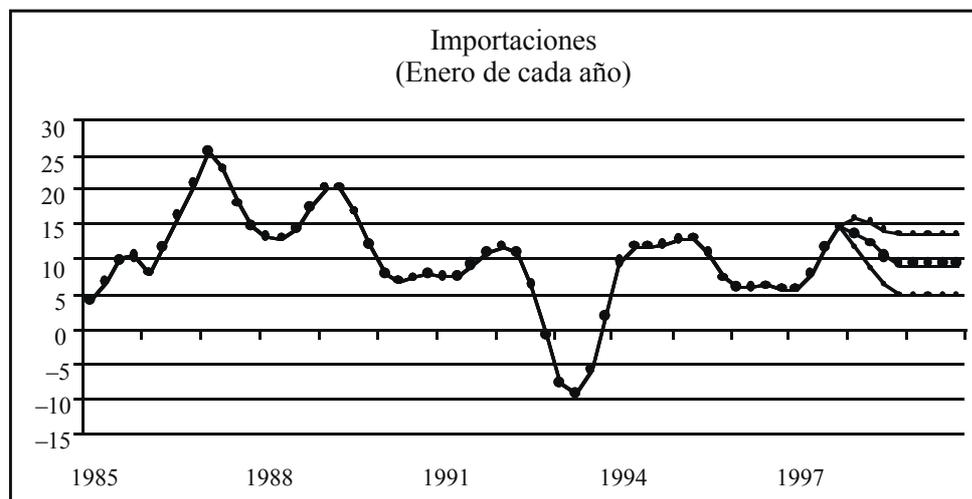
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-4}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento de las importaciones cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la Tabla siguiente:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	13,71	2,17
2 ^o trimestre de 1998	12,15	3,07
3 ^{er} trimestre de 1998	10,34	3,76
4 ^o trimestre de 1998	9,38	4,34
1 ^{er} trimestre de 1999	9,38	4,34
2 ^o trimestre de 1999	9,38	4,34
3 ^{er} trimestre de 1999	9,38	4,34
4 ^o trimestre de 1999	9,38	4,34

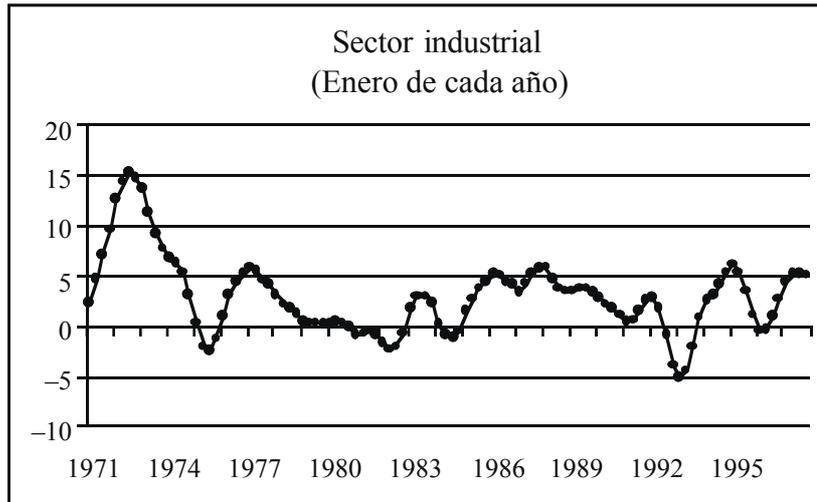
El gráfico adjunto muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.7. Evolución del sector industrial

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento de las importaciones. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (0, 1, 2) (1, 0, 1)₄, cuya ecuación es:

$$(1 - \gamma_1 B^4) \Delta y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) (1 - \delta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los valores de los parámetros son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
θ_1	-1,42	0,004	-355
θ_2	-1,00	0,004	-250
γ_1	-0,57	0,14	-4,07
δ_1	0,63	0,13	4,84
σ	0,004		

El modelo resulta ser:

$$y_t = y_{t-1} + \gamma_1 y_{t-4} - \gamma_1 y_{t-5} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \delta_1 \varepsilon_{t-4} + \theta_1 \delta_1 \varepsilon_{t-5} + \theta_1 \delta_1 \varepsilon_{t-6}$$

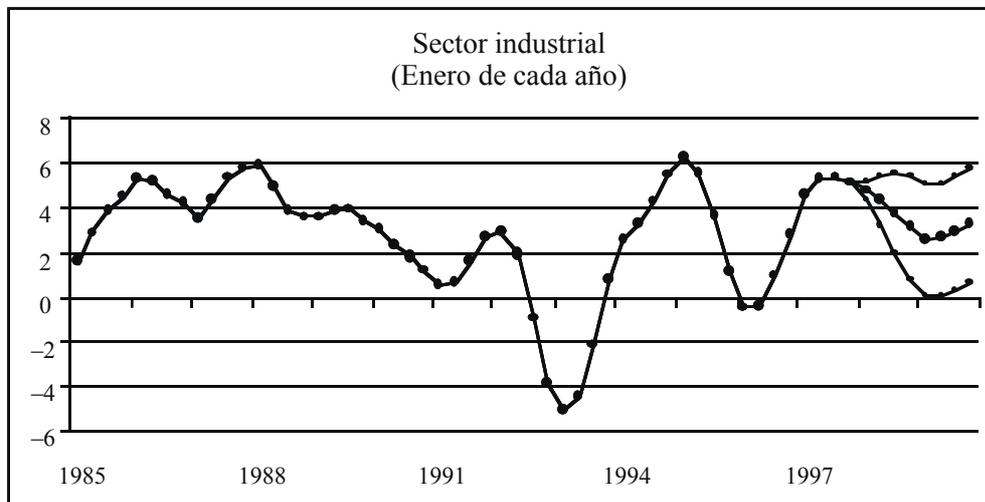
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = y_{t-1} - 0,57y_{t-4} + 0,57y_{t-5} + \varepsilon_t + 1,42\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2} - 0,63\varepsilon_{t-4} - 0,89_1\varepsilon_{t-5} - 0,63\varepsilon_{t-6}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del sector industrial para cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la Tabla siguiente:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	4,77	0,43
2 ^o trimestre de 1998	4,32	1,11
3 ^{er} trimestre de 1998	3,72	1,82
4 ^o trimestre de 1998	3,11	2,31
1 ^{er} trimestre de 1999	2,56	2,49
2 ^o trimestre de 1999	2,58	2,50
3 ^{er} trimestre de 1999	2,92	2,52
4 ^o trimestre de 1999	3,27	2,53

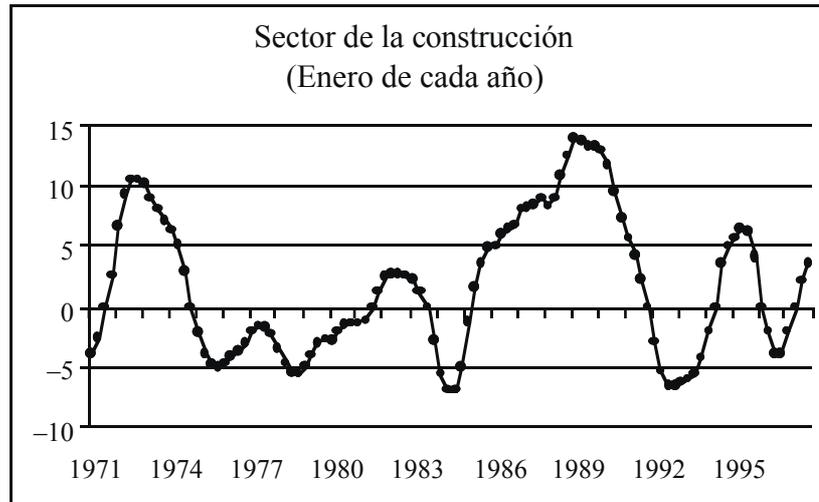
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.8. Evolución del sector de la construcción

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual de crecimiento de las importaciones. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (1, 1, 1) (0, 0, 1)₄, cuya ecuación es:

$$(1 - \alpha_1 B)(1 - \gamma_1 B^4)\Delta y_t = (1 - \delta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los parámetros de este modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
α_1	0,77	0,11	7
γ_1	-0,86	0,08	-10,75
δ_1	0,67	0,12	5,58
σ	0,005		

El modelo resulta ser:

$$y_t = (1 + \alpha_1)y_{t-1} - \alpha_1 y_{t-2} + \gamma_1 y_{t-4} - (\gamma_1 + \alpha_1 \gamma_1) y_{t-5} + \alpha_1 \gamma_1 y_{t-6} + \varepsilon_t - \delta_1 \varepsilon_{t-4}$$

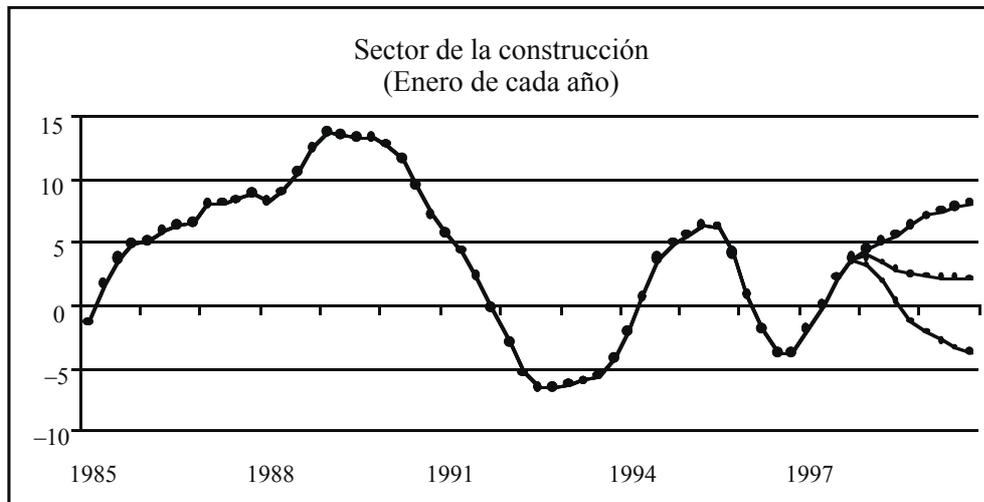
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = 1,77y_{t-1} - 0,77y_{t-2} - 0,86y_{t-4} + 1,52y_{t-5} - 0,66y_{t-6} + \varepsilon_t - 0,67\varepsilon_{t-4}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del sector de la construcción cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	3,87	0,54
2 ^o trimestre de 1998	3,51	1,52
3 ^{er} trimestre de 1998	2,96	2,59
4 ^o trimestre de 1998	2,58	3,68
1 ^{er} trimestre de 1999	2,45	4,55
2 ^o trimestre de 1999	2,35	5,13
3 ^{er} trimestre de 1999	2,27	5,57
4 ^o trimestre de 1999	2,21	5,92

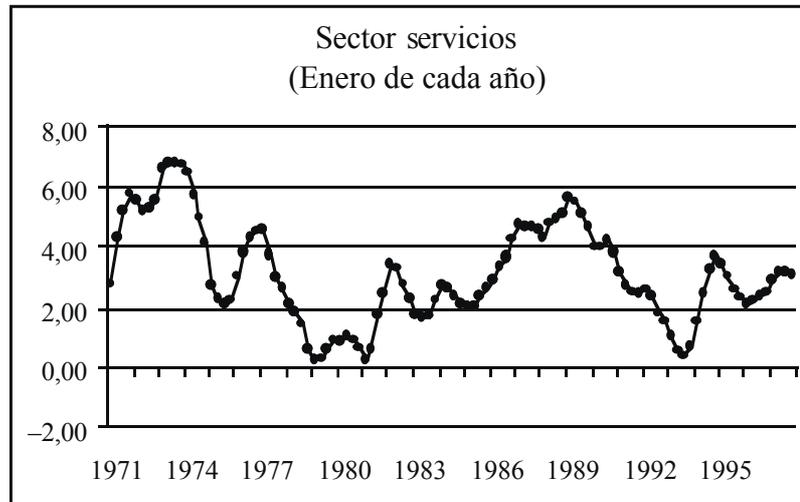
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.9. Evolución del sector servicios

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual del sector servicios. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (4, 1, 0), cuya ecuación es:

$$(1 - \alpha_1 B - \alpha_2 B^2 - \alpha_3 B^3 - \alpha_4 B^4) \Delta y_t = \varepsilon_t$$



Los parámetros de este modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
α_1	0,82	0,14	5,86
α_2	-0,28	0,18	-1,56
α_3	0,20	0,18	1,11
α_4	-0,35	0,14	-2,5
σ	0,003		

El modelo resulta ser:

$$y_t = (1 + \alpha_1)y_{t-1} + (\alpha_2 - \alpha_1)y_{t-2} + (\alpha_3 - \alpha_2)y_{t-3} + (\alpha_4 - \alpha_3)y_{t-4} - \alpha_4 y_{t-5} + \varepsilon_t$$

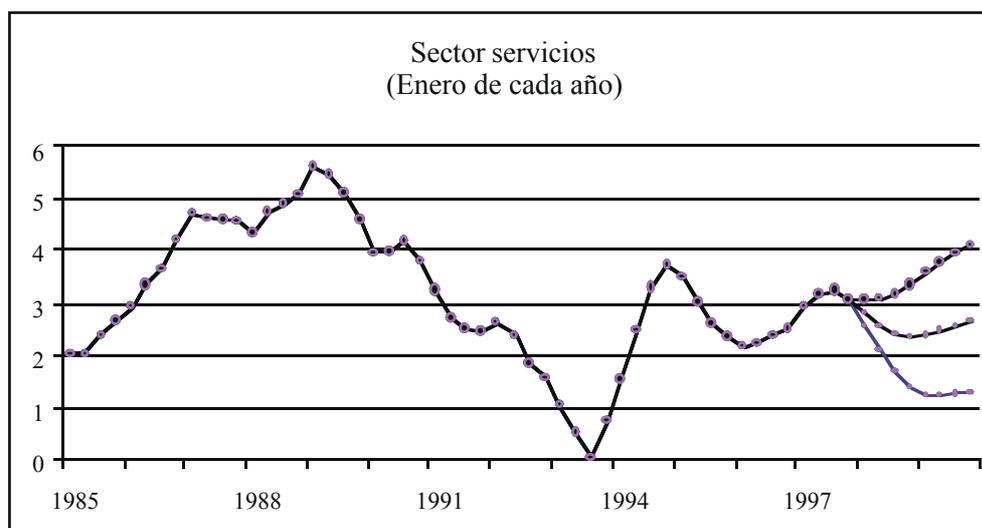
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = 1,82y_{t-1} - 1,1y_{t-2} + 0,48y_{t-3} - 0,55y_{t-4} + 0,35y_{t-5} + \varepsilon_t$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del sector servicios cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla:

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	2,82	0,25
2 ^o trimestre de 1998	2,60	0,52
3 ^{er} trimestre de 1998	2,44	0,76
4 ^o trimestre de 1998	2,38	0,98
1 ^{er} trimestre de 1999	2,40	1,16
2 ^o trimestre de 1999	2,49	1,27
3 ^{er} trimestre de 1999	2,60	1,35
4 ^o trimestre de 1999	2,69	1,39

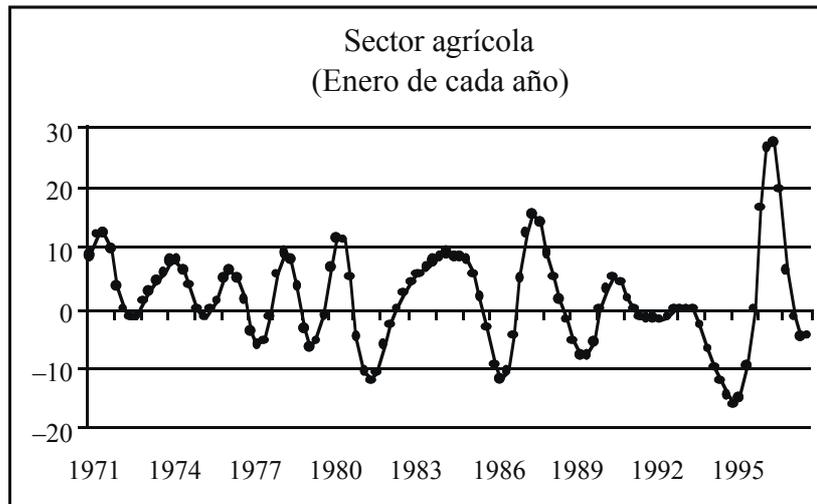
El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



3.10. Evolución del sector agrícola

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa interanual del sector agrícola. El modelo encontrado para explicar la evolución de esta variable es un ARIMA (0, 1, 2) (0, 0,1)₄, cuya ecuación es:

$$\Delta y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)(1 - \delta_1 B^4) \varepsilon_t$$



Los parámetros de este modelo son:

Parámetro	Valor	Error estándar	t-ratio
θ_1	-1,42	0,12	-11,83
θ_2	0,51	0,12	-4,25
δ_1	1,00	0,01	100
σ	0,013	0,13	

El modelo resulta ser:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \delta_1 \varepsilon_{t-4} + \delta_1 \theta_1 \varepsilon_{t-5} + \delta_1 \theta_2 \varepsilon_{t-6}$$

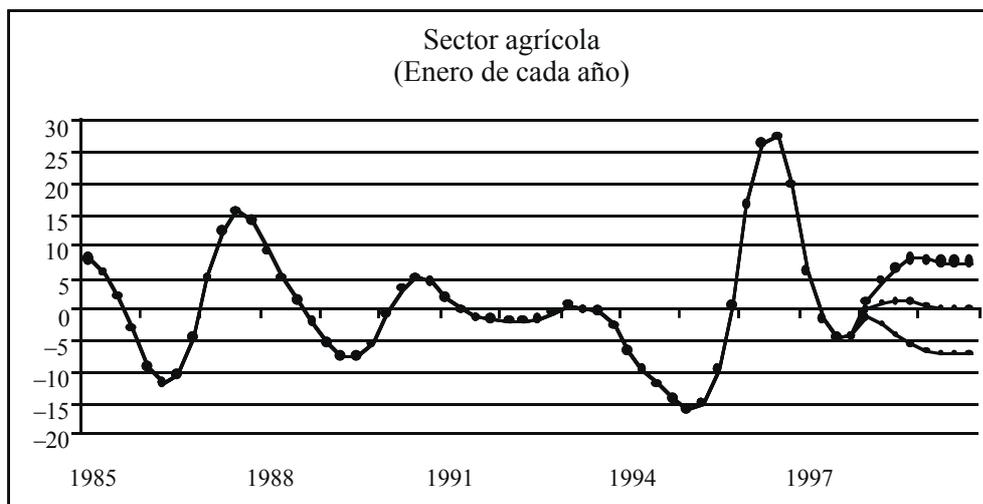
que con los parámetros estimados es:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t + 1,42\varepsilon_{t-1} + 0,51\varepsilon_{t-2} - \varepsilon_{t-4} - 1,42\varepsilon_{t-5} - 0,51\varepsilon_{t-6}$$

Las previsiones puntuales (en porcentaje) del crecimiento del sector agrícola cada trimestre de 1998 y 1999 vienen dadas en la siguiente Tabla

Período	Predicción	Error estándar
1 ^{er} trimestre de 1998	-1,00	1,38
2 ^o trimestre de 1998	0,93	3,60
3 ^{er} trimestre de 1998	1,38	5,40
4 ^o trimestre de 1998	1,19	6,73
1 ^{er} trimestre de 1999	0,52	7,26
2 ^o trimestre de 1999	0,24	7,32
3 ^{er} trimestre de 1999	0,24	7,32
4 ^o trimestre de 1999	0,24	7,32

El gráfico siguiente muestra la evolución de esta variable desde el año 1985, así como la previsión de la evolución para los ocho trimestres de 1998 y 1999, y un intervalo de más/menos una desviación estándar sobre la previsión puntual.



4. El cuadro económico español

En esta sección vamos a exponer un resumen del cuadro económico español. En la siguiente Tabla se muestra la evolución del PIB y de sus componentes por el lado de la demanda, tanto lo que ocurrió en 1997 (primera columna) como las previsiones del gobierno español para 1998 (segunda columna), según se recogen en el diario *La Vanguardia*, así como las previsiones anuales hechas en nuestro estudio:

	1997	1998 (Gobierno)	1998 (Este trabajo)
PIB	3,4%	3,7%	3,4%
Consumo privado	3,0%	3,3%	2,4%
Consumo público	0,7%	1,2%	1,3%
Inversiones (FBCF)	4,7%	8,2%	5,5%
Exportaciones	12,9%	10,8%	12,6%
Importaciones	10,1%	11,9%	11,4%

El resumen de nuestras previsiones anuales de crecimiento de la economía por sectores se presenta en la siguiente Tabla:

	1998
PIB	3,4%
Industria	4,0%
Construcción	3,2%
Servicios	2,6%
Agricultura	0,6%

En Ariño (1997) dimos el siguiente modelo de previsión del PIB en España:

$$\Delta T(t) = 0,947 \Delta T(t-1) - 0,678 \Delta T(t-4) + 0,484 \Delta T(t-5) + e(t)$$

Aplicado este modelo a los cuatro trimestres de 1998, da una tasa de crecimiento anual del PIB para todo 1998 del 3,6%, que es compatible y similar a las tasas de crecimiento que encontramos en este artículo.

5. Metodología empleada para la obtención de los modelos

Exponemos en esta última sección la metodología seguida para encontrar los modelos expuestos en la sección 3. De cada una de las 10 series que hemos estudiado, aunque disponíamos de datos trimestrales desde 1970, hemos utilizado sólo los datos desde el primer trimestre de 1985 hasta el cuarto de 1997. Los modelos analizados pertenecen a dos familias

distintas: la familia de modelos autorregresivos AR(p) y la familia de modelos ARIMA estacionales ARIMA (p, d, q)(P, D, Q)₄.

Los pasos seguidos han sido los siguientes:

Estudiar la función de autocorrelación muestral y la de autocorrelación parcial de las series originales, con el fin de determinar los máximos valores de p, en el caso de los modelos AR, y de p, d, q, P, D, y Q en el caso de los modelos ARIMA estacionales. En ambos casos, y en todas las series analizadas, se detectó no estacionariedad y se tomó una diferencia volviéndose a repetir el proceso. Como consecuencia de este estudio exploratorio inicial se decidió tomar la siguientes restricciones:

- Para los modelos AR: $p \leq 8$
- Para los modelos ARIMA estacionales: $d = 1, D = 0, p \leq 2, q \leq 3, P \leq 1, Q \leq 1$, excepto en el caso de la formación bruta de capital fijo y de las importaciones, que se tomó $Qs \leq 2$.

Posteriormente, para determinar los mejores modelos de cada una de las familias se utilizaron los criterios AIC de Akaike y BIC de Schwartz. En cada una de las series se observó que el mínimo obtenido en cada uno de los criterios no era muy pronunciado y, dada la conocida tendencia del criterio AIC a sobre parametrizar, se decidió tomar como número máximo de parámetros de los modelos a considerar en cada familia el número de parámetros correspondiente al modelo obtenido utilizando el criterio AIC.

Para cada una de las 10 series se estiman los modelos seleccionados anteriormente utilizando datos desde el primer trimestre de 1985 (1985.1) hasta el cuarto trimestre de 1993 (1993.4), y se hacen previsiones con esos modelos para los siguientes ocho trimestres, es decir, desde 1994.1 hasta 1995.4. Estas ocho previsiones se comparan con la realidad, y así se obtienen los errores cuando se hacen previsiones un período adelante, dos períodos adelante y hasta ocho períodos adelante. Se vuelven a estimar los modelos y a repetir el proceso anterior utilizando datos desde 1985.1 hasta 1994.1, desde 1985.1 hasta 1994.2, y así sucesivamente hasta el período 1985.1 hasta 1995.4. De esta manera tenemos nueve errores de predicción a un período, nueve errores de predicción a dos períodos y hasta nueve errores de predicción a ocho períodos. Hallamos el error cuadrático medio de los errores de predicción para cada período, y se selecciona aquel modelo cuyo error cuadrático medio del error de predicción para los diversos períodos sea más bajo. Este sistema de selección es conocido como «rolling». Con este sistema se han seleccionado los modelos expuestos en la sección 3. □

Referencias

Ariño, M.A., «Estudio de la evolución del PIB en España». Documento de investigación nº 343 de la División de Investigación del IESE, Universidad de Navarra, 1997.

La Vanguardia, 6 de abril de 1998.

Vandaele, W., «Applied time series and Box-Jenkins models», Academic Press, 1983.