

UN MODELO  
MACROECONOMÉTRICO  
TRIMESTRAL PARA LA  
ECONOMÍA ESPAÑOLA

Luis Julián Álvarez,  
Fernando C. Ballabriga y Javier Jareño

# UN MODELO MACROECONOMÉTRICO TRIMESTRAL PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Luis Julián Álvarez,  
Fernando C. Ballabriga y Javier Jareño (\*)

(\*) Agradecemos los comentarios y sugerencias realizados por J. Ayuso, M. Krüger, R. Mestre, F. Restoy, M. Sebastián, J. Vallés y J. Viñals a una primera versión de este trabajo, así como la ayuda de A. Ricardo en la elaboración de la base de datos.

Banco de España - Servicio de Estudios  
Documento de Trabajo nº 9524

El Banco de España al publicar esta serie pretende facilitar la difusión de estudios de interés que contribuyan al mejor conocimiento de la economía española.

Los análisis, opiniones y conclusiones de estas investigaciones representan las ideas de los autores, con las que no necesariamente coincide el Banco de España.

ISBN: 84-7793-413-4

Depósito legal: M-27240-1995

Imprenta del Banco de España

## RESUMEN

Este documento contiene trabajo preliminar para la construcción de un modelo macroeconómico de tamaño reducido para la economía española, que pueda servir de apoyo para la toma de decisiones de política económica. Uno de sus usos potenciales es el de sus predicciones como input para el diseño del cuadro macroeconómico. Otro es su utilidad para la programación monetaria: las proyecciones del modelo pueden ayudar a delimitar los movimientos en los instrumentos de control monetario que situarían la tasa de inflación dentro de los márgenes compatibles con los objetivos establecidos.



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
  2. ELECCIÓN DE VARIABLES
  3. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA
  4. ESPECIFICACIÓN
  5. IDENTIFICACIÓN
  6. CONTRIBUCIONES Y MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE PERTURBACIONES
  7. CAPACIDAD PREDICTIVA EXTRAMUESTRAL
  8. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

### ANEJOS

1. FUENTES ESTADÍSTICAS
2. GRÁFICOS DE LAS SERIES
3. ESTADÍSTICOS DE CORRELACIÓN RESIDUAL
4. MATRICES DE CORRELACIÓN RESIDUAL CONTEMPORÁNEA
5. ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN
6. IDENTIFICACIONES ALTERNATIVAS DEL BLOQUE MONETARIO
7. FUNCIONES DE RESPUESTA AL IMPULSO DE LOS ESQUEMAS DE IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVOS DEL BLOQUE MONETARIO



## 1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de las predicciones macroeconómicas que se **realizan** para la economía española con periodicidad inferior a la anual está basada o bien en modelos de series temporales univariantes, o bien en apreciaciones subjetivas de expertos. Aunque el prestigio predictivo de los modelos univariantes no está en entredicho, carecen, sin embargo, del atractivo principal de los modelos econométricos multivariantes; es decir, que permiten proyectar características de la distribución conjunta futura de las variables económicas de interés.

Así, un modelo multivariante que logre captar adecuadamente las interrelaciones existentes entre las variables en él incluidas puede, en principio, proporcionar cuantificaciones fiables de la probabilidad de sucesos concretos, como puede ser la disminución del nivel de actividad económica en un período futuro condicionada a una evolución concreta del resto de las variables del modelo. O puede sugerir movimientos en las variables de control (p.e., tipo de interés) que permitan influir sobre la evolución futura de ciertas variables objetivo (p.e., precios), indicando, a su vez el coste potencial de perseguir tales objetivos (p.e., la desaceleración de la actividad económica).

Este documento contiene trabajo preliminar para la construcción de un modelo macroeconómico de tamaño reducido para la economía española que pueda servir de apoyo para la toma de decisiones de política económica. Uno de sus usos potenciales es el de sus predicciones como input para el diseño del cuadro macroeconómico. Otro es su utilidad para la programación monetaria: las proyecciones del modelo pueden ayudar a delimitar los movimientos en los instrumentos de control monetario que situarían la tasa de inflación dentro de los márgenes compatibles con los objetivos establecidos.

La organización del documento es la siguiente. La sección 2 motiva la selección de variables. La sección 3 contiene una descripción genérica de la metodología econométrica. La sección 4 presenta el modelo probabilístico utilizado, y la sección 5, las restricciones de identificación que le dan contenido económico. La sección 6 discute las interrelaciones económicas estimadas bajo distintas parametrizaciones del modelo y la 7 evalúa su capacidad predictiva. La sección 8 contiene las conclusiones.



## 2. ELECCIÓN DE VARIABLES

La construcción de modelos econométricos que pretendan recoger los rasgos fundamentales de una economía encuentra su primera decisión crítica en la elección de las variables, ya que la inclusión de todas aquellas que se consideran relevantes para su caracterización suele provocar una escasez de grados de libertad que resta fiabilidad a las estimaciones.

Este problema se agrava en el caso español, debido a la reducida longitud de las estadísticas oficiales. Así, las series históricas trimestrales de Contabilidad Nacional tienen su inicio en el año 1970, mientras que las series de carácter monetario suelen comenzar en el año 1974. Los modelos que incluyen ambos tipos de variables deben, por tanto, limitar su análisis al período muestral que comienza en el año 1974.

La búsqueda de un grupo reducido de variables que permita la construcción de un modelo econométrico de la economía española se facilita si se comienza por agrupar en bloques o sectores a los distintos agentes económicos. En este sentido, parece útil distinguir cuatro bloques principales:

- Un bloque exterior representativo del comportamiento de los agentes que operan en el entorno internacional.
- Un bloque monetario representativo de la actuación de la autoridad monetaria y de las instituciones financieras.
- Un bloque fiscal que capte la actuación económica del sector público.
- Un bloque, que denominaremos interior, que representaría las decisiones de agentes internos en términos de producción, inversión, trabajo y consumo.

Una vez delimitados los bloques principales, se deben seleccionar las variables que reflejen adecuadamente el comportamiento de cada bloque y elegir las series estadísticas utilizadas para aproximar las variables seleccionadas.

El gráfico 1 ilustra el proceso de selección de las variables incluidas en nuestro modelo. A continuación, se motivan las variables y las series elegidas para cada bloque. Los anejos 1 y 2, respectivamente, detallan las fuentes estadísticas utilizadas y presentan los gráficos de las series consideradas.

#### A) Sector Exterior

El proceso de apertura de la economía española a los mercados exteriores, acentuado en la última década, ha originado un fuerte aumento en las relaciones entre las variables internacionales y las interiores. Así, Ballabriga, Sebastián y Vallés (1993) encuentran que el nivel de actividad de la economía española muestra un importante "grado de apertura" frente a los principales países europeos y, en menor medida, frente a Estados Unidos.

En este sentido, parece relevante la inclusión en nuestro modelo de alguna variable o algunas, que puedan reflejar de manera explícita las perturbaciones exteriores a las que se ha visto sometida la economía española. Dado que una de las principales vías de relación entre economías es el saldo comercial, parece adecuado realizar la selección en orden a sus determinantes. Buisán y Gordo (1993) encuentran, que entre las variables determinantes de las exportaciones y las importaciones españolas, están, según el caso, la competitividad y el comercio mundial. En nuestro estudio, y como aproximación a estos conceptos, utilizaremos el tipo de cambio y el nivel de actividad mundial.

##### A.1) Tipo de cambio

En general, la elección del tipo de cambio puede responder a dos motivos:

- (i) Como variable que condiciona la política monetaria.
- (ii) Como variable que asume el papel de transmisor de los efectos exteriores sobre la capacidad adquisitiva de la economía. En este

# FASES DE LA SELECCIÓN DE VARIABLES

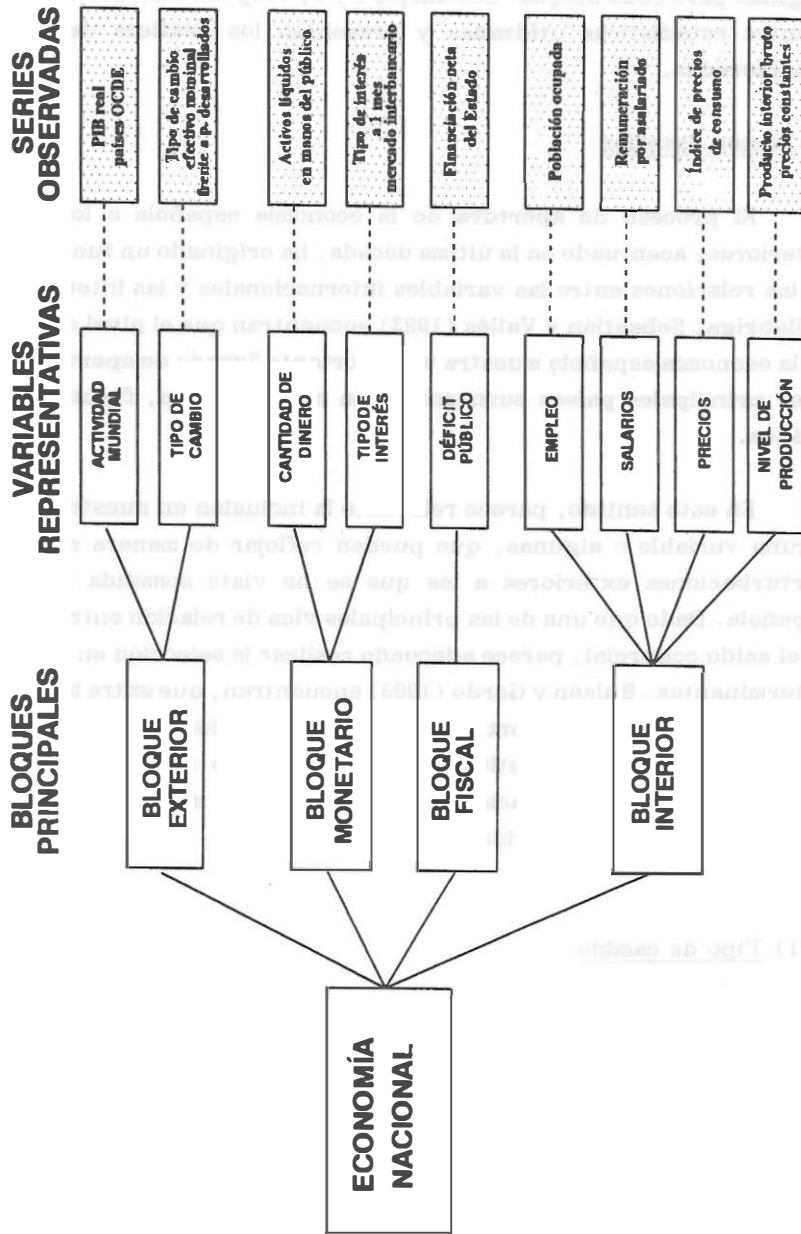


Gráfico 1

sentido, el tipo de cambio será indicativo de la competitividad de la economía nacional.

En el caso de pretender introducir el tipo de cambio como condicionante de la política monetaria, una buena aproximación a esta variable se encontraría en la serie de tipo de cambio peseta/marco. Sin embargo, en la perspectiva de la competitividad (adoptada en este trabajo), una serie más adecuada es el tipo de cambio efectivo nominal frente a los países desarrollados (TCEN).

#### A.2) Nivel de la actividad mundial

La cuestión clave en la elección de la serie que aproxime la actividad mundial es su ámbito geográfico. Los resultados empíricos existentes para la economía española (véase Buisán y Gordo (1993)) sugieren que el ámbito de la OCDE es el más adecuado, por lo que la serie elegida ha sido la de producto interior bruto real a precios de mercado para los países de la OCDE (ACTM).

#### B) Sector monetario

Como se apuntó anteriormente, la razón para considerar un bloque monetario responde a la pretensión de incluir en nuestro modelo variables que capten las acciones de la autoridad monetaria y de los agentes financieros. Con tal fin, se considerarán dos variables: el tipo de interés y la cantidad de dinero.

El denominador común de ambas variables en el período que nos ocupa (1974-1993) es el haber sido instrumento u objetivo intermedio de la política monetaria en algún momento. Así, simplificando<sup>1</sup>, podríamos decir que, hasta finales de los ochenta, la cantidad de dinero recibía una atención preferente en la formulación y ejecución de la política monetaria, atención que, a partir de la incorporación de la peseta al SME, fue progresivamente puesta en el tipo de interés.

---

<sup>1</sup> Una descripción detallada de la evolución de la política monetaria se encuentra en Ayuso y Escrivá (1993).

### B.1) Tipo de interés

El tipo de interés no solo se ha constituido en el instrumento utilizado para ejecutar la política monetaria en los últimos años: es además, una variable en teoría determinante de las decisiones de consumo, ahorro e inversión por parte de los agentes económicos.

Así, parece apropiado que la elección de la serie que aproxime al tipo de interés esté motivada por el doble papel de representar el pulso de la política monetaria y por el de influir en las decisiones de los agentes económicos. Los resultados en Estrada, Sastre y Vega (1994) sugieren que los tipos de interés del mercado interbancario cumplen adecuadamente este doble papel, por lo que la serie utilizada será la del tipo de interés del mercado interbancario a un mes (INT).

### B.2) Cantidad de dinero

La consideración de la variable cantidad de dinero responde a que, a pesar de la pérdida de estabilidad y predecibilidad de las ecuaciones estimadas de demanda de dinero en años recientes, la cantidad de dinero ha sido el objetivo intermedio de la política monetaria hasta 1994, y se utiliza como indicador destacado de la programación monetaria en la actualidad.

Según estas consideraciones, la serie elegida para aproximar la cantidad de dinero es la usualmente empleada en la programación monetaria, es decir, la serie de activos líquidos en manos del público (ALP).

### C) Sector fiscal

La complejidad y diversidad de la actividad del sector público queda resumida en la dimensión fiscal que representa el déficit público. A pesar de las limitaciones que supone reducir este sector a una única variable, ofrece la ventaja de ayudar a mantener dentro de límites manejables la dimensión del modelo.

### C.1) Déficit público

La serie elegida ha sido la de Financiación Neta del Estado (NCF), por los siguientes motivos:

- (i) porque representa de forma veraz la posición financiera neta del Estado (ya que registra día a día los pagos, cobros y operaciones financieras), con independencia de la forma en que el Estado contabilice sus operaciones;
- (ii) porque es un concepto de déficit en sentido amplio, que no solo incluye gastos e ingresos corrientes, sino que también refleja la posición financiera del Estado, y
- (iii) porque representa un compromiso entre shocks fiscales via componentes de la demanda agregada y vía efectos sobre variables monetarias.

Ahora bien: gran parte de la variabilidad de esta serie es producto de factores administrativos, por lo que no debe tener efectos económicos<sup>2</sup>. Esta razón motivó su suavización mediante el uso de medias móviles. Además, utilizaremos la serie en términos del PIB nominal, por ser la forma en que generalmente se referencia.

### D) Sector interior

La representación de este sector se ha realizado mediante las variables de precios, salarios, empleo y producto.

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, el hecho de que en un trimestre se produzca un superávit por la recaudación del IRPF no supone que los agentes lo perciban como una mejora en las cuentas públicas.

#### D. 1) Precios

La inclusión de la variable precios está justificada, al menos por dos razones. Por un lado, es una variable de referencia importante en la toma de decisiones de los agentes económicos. Por otro lado, muestra de forma directa la situación inflacionista de la economía nacional, cuyo control es el fin último de la autoridad monetaria.

La serie elegida para representar la evolución de los precios ha sido la del Índice de Precios de Consumo (IPC), dado que suele ser la serie de referencia de los agentes privados.

#### D. 2) Salarios

Esta variable es indicativa, por un lado, de la situación del mercado de trabajo y, por otro, y no menos importante, de presiones nominales sobre la economía que afectan a la inflación.

La serie elegida para aproximar esta variable ha sido la Remuneración por Asalariado (RPA), preferible a las estadísticas derivadas de la Encuesta de Salarios por incluir todos los costes salariales relevantes para las decisiones de producción.

#### D. 3) Actividad real

Finalmente, el empleo y el output han sido las variables seleccionadas para reflejar el nivel de actividad real de la economía. Las series concretas elegidas son la población ocupada (L) y el Producto Interior Bruto (PIB).

### 3. METODOLOGÍA ECONÓMÉTRICA

En este trabajo se emplea la metodología multivariante de vectores autorregresivos<sup>3</sup> (VAR). Frente a metodologías econométricas alternativas<sup>4</sup>, la metodología VAR se diferencia en mayor o menor grado en los siguientes aspectos. En primer lugar, en su esfuerzo por sistematizar el proceso de especificación; es decir, el proceso de obtención de un modelo probabilístico o forma reducida que capture de manera adecuada las propiedades estocásticas del vector de series temporales analizado. En segundo lugar, por su énfasis en la separación de los procesos de especificación e identificación, de modo que se distingue con claridad entre las restricciones de naturaleza puramente estadística y las de contenido económico. Este segundo proceso de identificación consiste en la selección de un conjunto de restricciones económicas que, al ser combinadas con el modelo probabilístico, permiten pasar de la forma reducida sin contenido económico a un modelo interpretable económicamente. En tercer lugar, por la renuncia a la utilización de restricciones de identificación controvertidas desde un punto de vista teórico, especialmente la consideración exógena de determinadas variables. Finalmente, por el análisis de sensibilidad de resultados ante cambios en las restricciones de identificación utilizadas. A continuación, se desarrollan brevemente estas ideas.

El análisis VAR comienza por centrar la atención en el mecanismo probabilístico generador de datos, partiendo de un marco de amplia generalidad. En concreto, el siguiente marco estocástico contiene anidadas las diversas aplicaciones de la metodología

$$Y_t = B_t(L)Y_t + D_t(L)Z_t + \epsilon_t \quad (1)$$

$$\beta_t = S\beta_{t-1} + u_t \quad (2)$$

---

<sup>3</sup> Ballabriga (1991) desarrolla aspectos relativos a la instrumentalización de modelos VAR. Canova (1992) presenta una panorámica exhaustiva sobre la evolución y el estado actual de la metodología.

<sup>4</sup> Pagan (1987) realiza una visión comparativa de algunas metodologías econométricas utilizadas con frecuencia en la práctica.



donde  $Y_t$  es el vector de dimensión  $n$  de variables endógenas;  $Z_t$  es un vector de dimensión  $d$  de variables determinísticas;  $B_1(L)$  y  $D_1(L)$  son polinomios matriciales en el operador de retardos de grado  $m$  y  $p$ , respectivamente;  $\beta_t$  es un vector de dimensión  $k$ ,  $k = n(nm+dp)$ , que contiene superpuestas las filas de las matrices en los polinomios  $B_1(L)$  y  $D_1(L)$ ;  $S$  es  $k \times k$ ; y los vectores de perturbaciones  $\epsilon_t$  y  $u_t$  son, condicionados a la información disponible al principio del periodo  $t$ , procesos ruido blanco independientes y gaussianos con media cero y matriz de covarianzas  $\Sigma_\epsilon$  y  $\Sigma_u$ , respectivamente.

El marco (1)-(2) es muy general, ya que, si no se restringe la longitud en el número de retardos, cualquier proceso estocástico, lineal o no, puede representarse en sus términos (véase Granger y Newbold, 1986). Por supuesto, en las aplicaciones prácticas, el analista utiliza representaciones autorregresivas finitas<sup>5</sup>, que deben ser interpretadas como aproximaciones si el verdadero mecanismo generador de datos requiere una representación autorregresiva infinita. Pero en cualquier caso, está en el espíritu de la metodología restringir la estructura de retardos lo menos posible y hacerlo de manera sistemática y consistente. El objetivo perseguido es evitar que un número excesivo de restricciones impida la captación de regularidades empíricas presentes en los datos, sin caer, por otra parte, en el extremo de la sobreparametrización.

La aplicación más usual del marco (1)-(2) se obtiene al suprimir la variación temporal en los coeficientes (es decir, suponiendo que  $S = I$  y  $\Sigma_u = 0$ ) y proceder a estimar las ecuaciones del sistema por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), introduciendo un número de retardos suficiente para garantizar que los residuos resultantes sean compatibles con la hipótesis de ruido blanco. En ocasiones, sin embargo, el recurso a métodos clásicos de estimación entra en contradicción con el principio de frugalidad restrictiva, debido a la escasez de grados de libertad, dificultándose la obtención de un equilibrio adecuado entre sobreparametrización e infraparametrización del modelo.

---

<sup>5</sup> Algunos autores prefieren especificar modelos VARMA. Véase, por ejemplo, Tiao y Box (1981).

Una solución al problema de la escasez de los grados de libertad es la adopción de una perspectiva bayesiana<sup>6</sup>, incorporando información a priori al proceso de especificación del modelo con la flexibilidad suficiente para que permita confrontar con los datos la capacidad de extracción informativa asociada con diversos grados de parametrización. Para instrumentalizar esta idea, el analista especifica en el comienzo de la muestra una distribución a priori para el vector de variables endógenas, distribución que interpreta como condicionada en la información premuestral y que posteriormente modifica según la información muestral.

De acuerdo con (1)-(2), la especificación de esta distribución equivale a introducir información a priori sobre  $\beta_0$ ,  $S$ ,  $\Sigma_u$  y  $\Sigma_\varepsilon$ . Pretender introducir información sobre todos y cada uno de los elementos de estas matrices significaría, sin embargo, caer en la sobreparametrización, por lo que, en la práctica, la información sobre estos elementos se especifica en función de un vector de hiperparámetros  $\tau$  de dimensión reducida. La dimensión de este vector suele variar según la aplicación y los aspectos de la información a priori que controlen sus elementos pueden ser muy diversos, pero es común a todas las aplicaciones la inclusión de componentes que controlen aspectos como el peso de los retardos de unas variables en las ecuaciones de otras, el peso de los retardos cercanos con respecto a los lejanos y el grado global de incertidumbre con respecto al tamaño de los coeficientes del modelo. Esto permite al analista evaluar a la luz de los datos formas reducidas que van desde el VAR irrestringido al modelo AR(1), por lo que la modificación de los elementos de  $\tau$  permite, de hecho, calibrar<sup>7</sup> el grado de parametrización del modelo, con el fin de obtener un equilibrio entre infraparametrización y sobreparametrización óptimo para los objetivos del análisis.

Es quizás conveniente hacer hincapié en que el objetivo exclusivo de la información a priori incorporada en los modelos VAR bayesianos (BVAR) es servir de instrumento que flexibilice y sistematice la elección del filtro

---

<sup>6</sup> Véase Doan, Litterman y Sims (1984).

<sup>7</sup> El término "calibración" se utiliza en este documento para denominar el proceso de selección del vector  $\tau$ .

que va a ser utilizado para resumir las propiedades estadísticas de los datos. Es, en este sentido, una información de carácter puramente instrumental y sin contenido económico alguno.

El esfuerzo por objetivar el proceso de especificación pretende dar lugar a una forma reducida de amplio consenso, de manera que la discusión estadística quede cerrada y, si existe, el desacuerdo surja exclusivamente a la hora de asignar contenido económico al modelo; es decir, en el proceso de identificación. Conseguir esto supone no solo centrar la discusión en los aspectos económicos, sino también poder contrastar las implicaciones empíricas de los distintos puntos de vista, una vez que estos han sido expresados en forma de restricciones económicas.

Formalmente, el proceso de identificación de un modelo VAR no difiere del convencional: se trata de obtener una estructura a partir de una forma reducida. En el marco VAR, un modelo es estructural si sus perturbaciones admiten, individualmente o por bloques, interpretación como fuentes primitivas, y, por tanto, ortogonales, de variabilidad económica (por ejemplo, variabilidad atribuible a las acciones de la autoridad monetaria)<sup>8</sup>.

Este concepto de estructura explica el tratamiento de sinónimos que los términos identificación y ortogonalización reciben en la literatura VAR, puesto que permite plantear el problema de identificación como equivalente al problema de obtener un vector de perturbaciones  $v_t$  con componentes ortogonales e interpretables a partir del vector de perturbaciones  $\epsilon_t$  de la forma reducida (1). En términos formales, y en el supuesto de que la distribución de  $v_t$ , como la de  $\epsilon_t$ , es constante en el tiempo, el problema de identificar un modelo VAR se reduce a obtener una matriz  $A$ ,  $n \times n$ , tal que para todo  $t$

---

<sup>8</sup> Conviene resaltar que el intento de aislar fuentes de comportamiento económico ortogonales parece un tarea ineludible si entre los usos que se pretenden hacer del modelo está el de trazar los efectos dinámicos de las distintas perturbaciones económicas.

$$A\epsilon_t = v_t \quad (3)$$

con  $\Sigma_v$ , la matriz de varianzas y covarianzas de  $v_t$ , diagonal. La estructura resultante se obtiene entonces premultiplicando por A la forma reducida (1)

$$AY_t = AB_t(L)Y_t + AD_t(L)Z_t + v_t \quad (4)$$

Obsérvese que no se recurre a restricciones, posiblemente controvertidas, en la estructura de retardos, y se especifican y estiman versiones de A que, condicionadas a la ortogonalidad del vector de perturbaciones, garanticen la identificación de las distintas ecuaciones del sistema.

La estimación de los componentes de la matriz A se realiza recurriendo a la restricción directa del conjunto de covarianzas contemporáneas<sup>9</sup> reflejadas en  $\Sigma_\epsilon$  o a la restricción de ciertas correlaciones a largo plazo<sup>10</sup>. Una fuente importante de restricciones del primer tipo es la existencia de retrasos en la recepción de información por parte de los agentes económicos. Por ejemplo, puede suponerse que los responsables de la toma de decisiones de política económica no pueden reaccionar a los acontecimientos económicos corrientes porque los indicadores relevantes se reciben con uno o dos trimestres de retraso. Por su parte, la justificación del segundo tipo de restricciones es más de carácter teórico: la neutralidad a largo plazo de las perturbaciones nominales ha sido utilizada en diversas aplicaciones. Pero ambos tipos de restricciones tienden a ser menos controvertidas que el recurso a la restricción de la estructura de retardos, recurso especialmente controvertido si se desean respetar las implicaciones de la hipótesis de expectativas racionales.

---

<sup>9</sup> Aplicaciones a la economía española aparecen en Ballabriga (1988), Álvarez, Jareño y Sebastián (1993) y Ballabriga y Sebastián (1993).

<sup>10</sup> Un trabajo pionero es el de Blanchard y Quah (1989). Álvarez y Sebastián (1994) utilizan este tipo de restricciones para la economía española.

En cualquier caso, la experimentación con distintas versiones de la matriz  $A$  permite al analista comprobar la solidez y la sensibilidad de las interacciones dinámicas estimadas ante cambios en las restricciones de identificación del modelo; algo (junto a la objetivización del proceso de especificación) sin duda fundamental si se pretende avanzar hacia la obtención de medidas objetivas del grado de incertidumbre existente con respecto a ciertas interacciones económicas consideradas de interés central.

#### 4. ESPECIFICACIÓN

En el apartado anterior, se hacía alusión a los posibles problemas derivados del reducido tamaño de las muestras habitualmente disponibles en las aplicaciones macroeconómicas. Así, en cualquier modelo multivariante que otorgue un tratamiento simétrico a las variables, el número de parámetros aumenta de forma cuadrática con el número de estas por lo que, en general, el número de coeficientes estimables es muy elevado respecto al número de observaciones. Para hacer frente al problema de la sobreparametrización Litterman (1980) y Doan, Litterman y Sims (1984) propusieron utilizar métodos bayesianos de estimación que combinan información a priori con información muestral para obtener la distribución a posteriori. La motivación para utilizar información a priori proviene del hecho de que la estimación irrestringida de ecuaciones con un número elevado de parámetros capta no solamente las relaciones económicas subyacentes, sino también el ruido que las contamina. Por otra parte, si el número de parámetros es reducido, existe el peligro de no captar adecuadamente las interrelaciones. La información a priori representa un instrumento flexible que permite abordar la disyuntiva entre el peligro del sobreajuste ("overfitting") y la no captación de las interrelaciones existentes en la economía. Como se mencionó en la sección anterior, la representación de esta información a priori se realiza mediante un vector de hiperparámetros de dimensión reducida.

En concreto, al vector  $\beta$  de coeficientes del modelo (véase la expresión (2)) se le asocia una distribución<sup>11</sup> a priori normal con vector de medias  $\bar{\beta}$  y matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma$

$$\beta \sim N(\bar{\beta}, \Sigma) \quad (5)$$

Habitualmente, se considera que las series económicas se pueden representar, de forma aproximada, mediante un paseo aleatorio con deriva. Según esta apreciación, numerosos trabajos (véase, por ejemplo,

---

<sup>11</sup> Para simplificar la notación, no tenemos en cuenta que los coeficientes pueden presentar variación temporal. No obstante, los modelos calibrados en términos de verosimilitud y predicción presentados más adelante si contemplan esta posibilidad.

Litterman 1986) consideran que la media a priori del coeficiente asociado al primer retardo de la variable dependiente es uno, mientras que para el resto de coeficientes se considera que su media a priori es nula. Otros autores (véase, por ejemplo, Ballabriga 1988) no asocian a la media a priori del coeficiente asociado al primer retardo de la variable dependiente un valor predeterminado.

En el presente trabajo, se adopta una especificación de la media a priori de los coeficientes, más general que las anteriores, ya que se permite la existencia de dos grupos de variables con una media a priori del coeficiente del primer retardo propio diferente.

Así, si  $\beta_{js}^i$  indica el coeficiente asociado en la ecuación  $i$ , al retardo  $s$  de la variable explicativa  $j$ , entonces:

$$\bar{\beta}_{js}^i = \begin{cases} \tau_0 & i = j \quad s = 1 \quad i \in C_1 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (6)$$

$$\bar{\beta}_{js}^i = \begin{cases} \tau_1 & i = j \quad s = 1 \quad i \in C_2 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (7)$$

donde  $C_1$  y  $C_2$  son los conjuntos de variables con media a priori  $\tau_0$  y  $\tau_1$ , respectivamente.

En la especificación de la matriz de varianzas y covarianzas a priori, suponemos, como es habitual, que los coeficientes del modelo son independientes; es decir, la matriz  $\Sigma$  es diagonal y sus elementos vienen dados por las siguientes expresiones:

Varianza a priori de los retardos propios

$$\sigma_{ij}^2(s) = \frac{\tau_2}{s^{\tau_1}} \sigma_i^2 \quad \begin{matrix} i = j & i = 1, \dots, n \\ & s = 1, \dots, m \end{matrix} \quad (8)$$

**Varianza a priori de los retardos del resto de variables**

$$\sigma_{ij}^2(s) = \frac{\tau_2 \tau_3}{s^s} \frac{\sigma_i^2}{\sigma_j^2} \quad \begin{array}{l} i \neq j \quad i = 1, \dots, n \\ \quad \quad \quad j = 1, \dots, n \\ \quad \quad \quad s = 1, \dots, m \end{array} \quad (9)$$

**Varianza a priori del término constante**

$$\sigma_{id}^2 = \tau_2 \tau_3 \sigma_i^2 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, n \\ d = 1 \end{array} \quad (10)$$

**Varianza a priori de las variables artificiales estacionales**

$$\sigma_{id}^2 = \tau_2 \tau_6 \sigma_i^2 \cdot I_i \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, n \\ d = 2, 3, 4 \end{array} \quad (11)$$

donde  $i$  hace referencia a la ecuación,  $j$  a la variable explicativa,  $s$  al retardo y  $d$  a la variable determinista. Los parámetros  $\sigma_i^2$  y  $\sigma_j^2$  miden la escala de las fluctuaciones de las variables  $i$  y  $j$ , calculada a partir de la varianza residual de modelos univariantes AR( $m$ ), siendo  $m$  el número de retardos en el VAR.

En la matriz de varianzas y covarianzas a priori de los coeficientes, los hiperparámetros recogen la incertidumbre asociada a distintos aspectos del modelo. Así,  $\tau_2$  recoge el grado global de incertidumbre, de forma que, ceteris paribus, un valor reducido supone otorgar una gran importancia a la información a priori en la forma reducida final, mientras que un valor elevado implica el predominio de la información muestral. En particular, si  $\tau_2$  tiende a infinito, los resultados coinciden con los obtenidos mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios.

El hiperparámetro  $\tau_3$  controla la incertidumbre relativa de los distintos retardos. Así, un valor de  $\tau_3$  menor que uno implica una menor incertidumbre sobre el valor de los coeficientes del resto de variables que sobre los de la variable dependiente. En el caso extremo en el que  $\tau_3$  es



nulo, el sistema está formado por un conjunto de modelos univariantes AR(m), ya que los coeficientes del resto de variables se distribuyen como una normal de media nula y varianza también nula.

El hiperparámetro  $\tau_4$  controla la incertidumbre relativa de los distintos retardos. Así, valores iguales o mayores que uno suponen una menor varianza a priori de los coeficientes según su lejanía del presente, por lo que es más probable que los coeficientes de los retardos más alejados presenten valores reducidos.

Por su parte, los hiperparámetros  $\tau_5$  y  $\tau_6$  afectan, respectivamente, al término constante y a las variables ficticias estacionales, de forma que, si los valores especificados son nulos, estas variables quedan excluidas del modelo.  $I_i$  es una variable ficticia que toma los valores 1 y 0, según la variable pertenezca al conjunto de variables estacionales  $E_1$  o al conjunto de variables sin estacionalidad  $E_2$ .

Es habitual considerar variación temporal en los coeficientes. En concreto, en este trabajo se considera que los parámetros siguen un paseo aleatorio (en la ecuación (2),  $S = I$ ) con matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma_u = \tau_7 I$ .

La información a priori que acabamos de considerar suele ser adecuada cuando todas las variables son endógenas en el sistema. Sin embargo, en el caso de economías pequeñas, como la española, resulta más adecuado considerar que la actividad mundial es exógena; es decir, que no se ve afectada por las variables internas. Para conseguir este objetivo, se pueden introducir dos hiperparámetros adicionales. El primero de ellos,  $\tau_8$ , recoge la incertidumbre relativa de las variables internas en la ecuación de la actividad mundial. La exogenidad se obtiene si  $\tau_8$  toma el valor nulo. Por otro lado, el hiperparámetro  $\tau_9$  permite controlar la incertidumbre relativa de la actividad mundial en el resto del sistema.

En concreto, si la actividad mundial es la primera ecuación del sistema, la expresión (9) se ve sustituida por:

Varianza a priori de los retardos del resto del sistema en la actividad mundial

$$\sigma_{ij}^2(s) = \frac{\tau_2 \tau_3 \tau_8}{s^{\tau_4}} \frac{\sigma_i^2}{\sigma_j^2} \quad \begin{array}{l} i = 1 \\ j = 2, \dots, n \\ s = 1, \dots, m \end{array} \quad (12)$$

Varianza a priori de la actividad mundial en el resto del sistema

$$\sigma_{ij}^2(s) = \frac{\tau_2 \tau_3 \tau_9}{s^{\tau_4}} \frac{\sigma_i^2}{\sigma_j^2} \quad \begin{array}{l} i = 2, \dots, n \\ j = 1 \\ s = 1, \dots, m \end{array} \quad (13)$$

Aunque la metodología VAR tienda a descartar la existencia a priori de variables exógenas, en este modelo consideramos que el tipo de interés sigue un proceso AR(1) que resulta exógeno al resto de variables del sistema<sup>12</sup>.

En concreto, para la ecuación de tipo de interés (la 4ª del sistema) empleamos

$$\sigma_{ij}(s) = \begin{cases} \tau_2 \sigma_i^2 & i = j = 4 \\ & s = 1 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (14)$$

---

<sup>12</sup> La razón de esta modelización es puramente estadística, ya que nos permite mejorar tanto el ajuste como la capacidad predictiva. Las pruebas realizadas con la variable tipo de cambio y la variable fiscal siguiendo este enfoque no conducían a mejoras, por lo que finalmente no se incluyen en el bloque AR(1).

### Estimación de las formas reducidas

Una vez especificada la distribución a priori de los coeficientes del modelo, la estimación se realiza combinando tal distribución con la información muestral mediante el filtro de Kalman.

En general, cuando se especifican modelos multiecuacionales, existen ganancias de eficiencia si la estimación del sistema se realiza de forma conjunta, en vez de ecuación por ecuación. Estas ganancias desaparecen en los modelos VAR irrestringidos<sup>13</sup>, porque cada ecuación contiene las mismas variables explicativas. Sin embargo, esta condición no es cierta, en general, en los modelos BVAR, debido a que la información a priori suele diferir según las ecuaciones, por lo que la estimación multiecuacional resulta conveniente.

En el caso que nos ocupa, los resultados preliminares basados en la estimación multiecuacional no indicaban grandes diferencias<sup>14</sup> frente a la estimación ecuación por ecuación, lo que, unido al gran costo computacional<sup>15</sup> de la estimación multiecuacional, nos condujo, siguiendo la práctica habitual en la literatura (véase, por ejemplo, Sims 1989), a emplear estimaciones uniecuacionales.

En la calibración del primero de los modelos que presentamos, se elige el vector de hiperparámetros que maximiza la verosimilitud del sistema (véase el cuadro 1). Este procedimiento se puede interpretar, en una perspectiva clásica, como una estimación máximo-verosímil. En una perspectiva bayesiana (véase Doan, Litterman y Sims, 1984), esta elección se justifica como aproximación al teorema de Bayes.

---

<sup>13</sup> Obsérvese que estos modelos están contenidos en el marco anterior. Para obtenerlos, sólo es preciso considerar un hiperparámetro  $\tau_2$  suficientemente grande.

<sup>14</sup> En nuestro caso, las correlaciones residuales contemporáneas son, en general, reducidas (véase el anejo 4).

<sup>15</sup> En nuestro caso, la proporción en tiempo de cálculo de estimar uniecuacional frente a multiecuacionalmente es de 1 a 14.000.

Para determinar este vector, se utiliza el filtro de Kalman y la rutina de maximización no estándar descrita en Sims (1986a). Con este procedimiento, se interpola una superficie a un conjunto de vectores de hiperparámetros iniciales y sus correspondientes verosimilitudes<sup>16</sup>. Sobre esta superficie, se determina el máximo para obtener un nuevo vector de hiperparámetros, calculándose su correspondiente verosimilitud. Este proceso de interpolación y maximización se repite hasta obtener la convergencia. En este caso concreto, hemos realizado 200 iteraciones.

Dado que uno de los objetivos del modelo es la predicción irrestringida, se ha empleado un criterio alternativo de calibración. En concreto, se han utilizado estadísticos de predicción extramuestral<sup>17</sup> de 1 a 4 periodos por delante<sup>18</sup> (ECM1), de 1 a 8 periodos (ECM2) y de 1 a 12 periodos (ECM3). El vector óptimo correspondiente a ECM1 (que coincide con los vectores correspondientes a ECM2 y ECM3) se muestra en la segunda columna del cuadro 1.

La mayoría de las series que contemplamos en nuestro análisis puede caracterizarse como procesos no estacionarios. Para tener en cuenta este hecho, una posibilidad es la de estimar el modelo en diferencias. No obstante, esta forma de proceder supondría despreciar información sobre las presumibles relaciones de largo plazo existentes entre nuestras series. La estimación irrestringida de modelos VAR en niveles permite obtener estimadores consistentes (Sims, Stock y Watson, 1990) y estos son asintóticamente equivalentes a los que se obtienen utilizando máxima verosimilitud (Park y Phillips, 1989). Por otro lado, en la estimación de modelos BVAR, Sims (1991) afirma que las relaciones de largo plazo no se

---

<sup>16</sup> Se debe recordar que consideramos la verosimilitud en el supuesto de independencia entre ecuaciones.

<sup>17</sup> El modelo se reestima con información hasta  $t$  y se utiliza para predecir  $t + s$ ,  $s = 1, \dots, k$ . El rango de  $t$  es la muestra disponible.

<sup>18</sup> El estadístico promedia los errores cuadráticos medios de las distintas variables para los diferentes horizontes predictivos. Para evitar que el criterio penalice en exceso las ecuaciones con alta variabilidad, el error cuadrático medio de cada ecuación se divide por la varianza residual del modelo AR(m).

Cuadro 1

## HIPERPARÁMETROS ASOCIADOS A LAS FORMAS REDUCIDAS

	Modelo calibrado en términos de verosimilitud	Modelo calibrado en términos de predicción	Modelo irrestricto con actividad mundial exógena	Modelo irrestricto del bloque doméstico
$\tau_0$	0,96	0,78	1,00	1,00
$\tau_1$	0,61	0,43	1,00	1,00
$\tau_2$	0,01	0,06	$10^7$	$10^7$
$\tau_3$	0,02	0,02	0,50	0,50
$\tau_4$	1,53	1,37	1,00	1,00
$\tau_5$	$9 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	5,00	5,00
$\tau_6$	81,0	81,0	5,00	5,00
$\tau_7$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	0,00	0,00
$\tau_8$	0,00	0,00	0,00	0,00
$\tau_9$	1,00	1,00	1,00	0,00

$\tau_0$  Media a priori del primer retardo de la variable dependiente para el primer grupo de variables {ACTM, ALP, RPA, IPC, PIB, L}

$\tau_1$  Media a priori del primer retardo de la variable dependiente para el segundo grupo de variables {TCEN, INT, NCF}

$\tau_2$  Grado global de incertidumbre

$\tau_3$  Incertidumbre relativa de los retardos de otras variables

$\tau_4$  Incertidumbre relativa de los retardos propios

$\tau_5$  Incertidumbre relativa del término constante

$\tau_6$  Incertidumbre relativa de las variables ficticias estacionales

$\tau_7$  Variación temporal de los coeficientes

$\tau_8$  Incertidumbre relativa de las variables internas en la ecuación de la actividad mundial

$\tau_9$  Incertidumbre relativa de la actividad mundial en el resto del sistema

El conjunto de variables con estacionalidad  $E_1$  está formado por {ALP, IPC, L}. El conjunto de variables sin estacionalidad  $E_2$  está formado por {ACTM, TCEN, INT, NCF, RPA, PIB}.

ven afectadas por la introducción de la información a priori habitual. Esta hipótesis se ve corroborada por los resultados de Álvarez y Ballabriga (1994).

En el modelo se considera la transformación logarítmica de todas las series, excepto del tipo de interés y el déficit público que se emplean en niveles. El periodo muestral utilizado comienza en el primer trimestre de 1974 y termina en el primer trimestre de 1993. El número de retardos introducido es de cuatro<sup>19</sup>. Con esta especificación y la información a priori del cuadro 1, se obtienen diversas formas reducidas que se analizan en la sección 6. La misma sección contiene la justificación de las columnas 3 y 4 del cuadro 1. Por otro lado, en el anejo 3, se recogen estadísticos de correlación residual.

---

<sup>19</sup> Los modelos irrestringidos con cinco retardos mostraban un deterioro predictivo notable.

## 5. IDENTIFICACIÓN

Como se explicó en el apartado tercero, el proceso de identificación de un modelo VAR consiste en proponer un esquema de interacciones de las variables endógenas que garantice la ortogonalidad de los componentes del vector de perturbaciones del modelo resultante, así como su posible interpretación en términos de fuentes primitivas de variabilidad económica. Las expresiones (3) y (4) formalizaban esta idea.

Ciertamente, la propia elección del marco de análisis VAR tiende a situarnos en la dimensión de los modelos débilmente restringidos. Pero, aun en este marco, es posible adoptar posturas más o menos restrictivas a la hora de resolver la identificación del modelo. De hecho, la práctica usual en las primeras aplicaciones de la metodología era identificar el modelo mediante el recurso de la denominada ortogonalización de Choleski<sup>20</sup>, consistente en elegir una especificación triangular inferior para la matriz A en (3). Como puede comprobarse a partir de (4), en términos económicos esta triangularización equivale a adoptar una estructura de interacciones contemporáneas estrictamente recursiva, supuesto que por su presumible falta de realismo generó una vertiente de críticas (véase Cooley y LeRoy 1985) que, a su vez, dieron pie al desarrollo de propuestas alternativas que permitieran desviaciones del esquema triangular y, por ende, abrieran la posibilidad de explorar estructuras con contenido económico más creíble que el recursivo. Blanchard y Watson (1986), Bernanke (1986) y Sims (1986b) son artículos pioneros en esta área.

Pero, incluso si se evitan esquemas recursivos, todavía se puede ser más o menos exigente en términos de contenido económico a la hora de abordar la especificación de la matriz A. Es decir, en principio podríamos, por ejemplo, pretender identificar relaciones de comportamiento del tipo demanda y oferta agregada o demanda y oferta de trabajo. Al hacerlo, sin embargo, estaríamos incurriendo muy probablemente en el riesgo de ser demasiado ambiciosos en los objetivos perseguidos por la identificación,

---

<sup>20</sup> Sims (1980) realiza la propuesta inicial. Campillo (1992) y Campillo y Jimeno (1993) aplican esquemas recursivos a la economía española.

en el sentido de pretender un aislamiento de relaciones de comportamiento difícilmente justificables en términos del contenido informativo de la muestra.

La separación de oferta y demanda agregadas, por ejemplo, debe estar basada en la separación de preferencias y tecnología. Nuestra base de datos, sin embargo, está compuesta por un conjunto de agregados que son el resultado de la interacción de oferta y demanda, por lo que no parece fácil defender que contenga suficiente riqueza informativa para permitir la identificación inequívoca de la variabilidad procedente de factores tecnológicos frente a la procedente de las preferencias. Así las cosas, en lugar de escribir una ecuación de oferta y otra de demanda que supuestamente capten el comportamiento respectivo de empresas y consumidores, parece más apropiado tomar ambas ecuaciones como un bloque representativo del comportamiento de ambos agentes, sin pretender en principio separar las perturbaciones de oferta de las de demanda.

Esta estrategia de identificación por bloques seguida en Ballabriga (1988) subyace también tras el esquema de identificación de referencia utilizado en este trabajo. Para concretar, la idea básica de la estrategia es aislar bloques de ecuaciones que puedan tomarse como representativos del comportamiento de agentes económicos específicos. Idealmente, cada bloque debe captar fuentes de variabilidad independientes, por lo que las perturbaciones de los distintos bloques deben ser ortogonales entre sí. Por otro lado, la ortogonalidad de las perturbaciones dentro de cada bloque puede garantizarse mediante su triangularización, aunque, por supuesto, la triangularización de un bloque puede omitirse si el contenido informativo de los datos se considera suficiente para justificar el intento de aislar el comportamiento representado por algunas de sus ecuaciones.

Como puede verse en el gráfico 2 y en el anejo 5, el esquema de identificación propuesto contiene cinco bloques<sup>21</sup>. Los dos primeros pretenden aislar las perturbaciones asociadas a las dos variables

---

<sup>21</sup> Conviene hacer hincapié en que el orden elegido en la enumeración de los bloques es irrelevante, en el sentido de que un orden distinto no cambiaría el contenido económico y estadístico del modelo.



directamente conectadas con el sector exterior de la economía: la actividad mundial y el tipo de cambio. Los dos siguientes representan, respectivamente, el mercado monetario y el comportamiento del sector público en su dimensión fiscal. Finalmente, el último bloque pretende captar el comportamiento del sector doméstico en la vertiente correspondiente a las decisiones de producción y consumo.

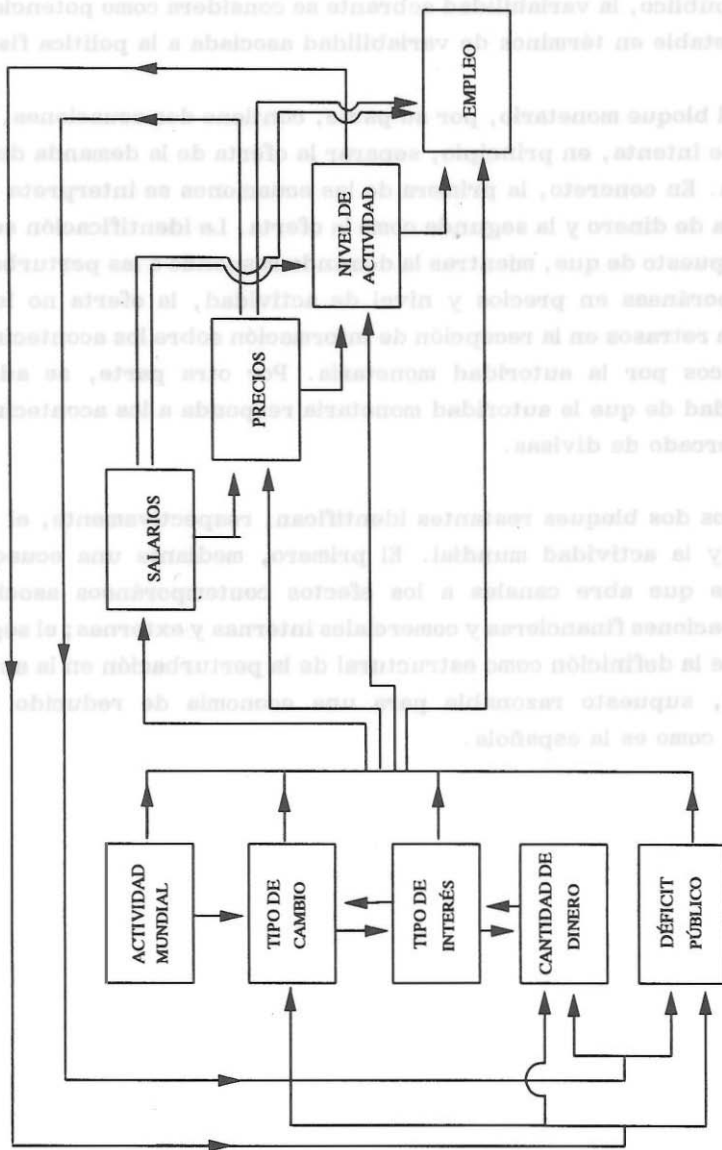
Más concretamente, y comenzando por la motivación de este último bloque, el proceso de toma de decisiones económicas por parte de los agentes domésticos contiene decisiones relativas a niveles deseados de producción/inversión/contratación y consumo/trabajo: decisiones que dependen de factores tanto internos como externos. Ya hemos argumentado que el carácter agregado y el tipo de variables que contiene la base de datos utilizada en este estudio no justifican el intento de aislar perturbaciones de oferta y demanda agregada. Por la misma razón, no parece adecuado intentar separar oferta y demanda laboral o siquiera intentar separar las perturbaciones del mercado laboral de las del mercado de bienes y servicios.

Se propone, por tanto, definir un bloque que contenga las variables que se suponen relevantes para la toma de decisiones de producción/inversión/contratación y consumo/trabajo, pero sin intentar el aislamiento de unas decisiones de otras. El resultado, como se muestra en el gráfico 2, es un bloque de cuatro ecuaciones asociadas a las variables salarios, precios, producción y empleo que admiten efectos directos de las perturbaciones fiscales y monetarias (estas últimas vía tipo de interés), así como de las asociadas al tipo de cambio y a la actividad mundial. La posibilidad de que persista alguna correlación entre las perturbaciones del bloque se elimina triangularizándolo en el orden RPA-IPC-PIB-L.

El bloque correspondiente al sector fiscal permite respuestas contemporáneas del déficit a perturbaciones en los niveles de actividad económica y precios. No se pretende, sin embargo, interpretar estas respuestas como reacciones de política económica por parte de los responsables públicos, sino más bien como respuestas automáticas de las variables fiscales a los acontecimientos de la economía; piénsese, por

Gráfico 2

ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN DE REFERENCIA



ejemplo, en los efectos de las fluctuaciones en la actividad económica sobre la recaudación impositiva. Una vez admitida esta posible endogenidad del déficit público, la variabilidad sobrante se considera como potencialmente interpretable en términos de variabilidad asociada a la política fiscal.

El bloque monetario, por su parte, contiene dos ecuaciones, y en él sí que se intenta, en principio, separar la oferta de la demanda de saldos líquidos. En concreto, la primera de las ecuaciones se interpreta como la demanda de dinero y la segunda como la oferta. La identificación se apoya en el supuesto de que, mientras la demanda responde a las perturbaciones contemporáneas en precios y nivel de actividad, la oferta no lo hace, debido a retrasos en la recepción de información sobre los acontecimientos económicos por la autoridad monetaria. Por otra parte, se admite la posibilidad de que la autoridad monetaria responda a los acontecimientos en el mercado de divisas.

Los dos bloques restantes identifican, respectivamente, el tipo de cambio y la actividad mundial. El primero, mediante una ecuación de arbitraje que abre canales a los efectos contemporáneos asociados a perturbaciones financieras y comerciales internas y externas; el segundo, mediante la definición como estructural de la perturbación en la actividad mundial, supuesto razonable para una economía de reducido tamaño relativo como es la española.

## 6. CONTRIBUCIONES Y MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE LAS PERTURBACIONES

Los modelos en forma reducida descritos en la sección 4, junto con las restricciones de identificación del esquema que acabamos de describir, permiten estimar modelos estructurales del tipo (4), que pueden, a su vez, utilizarse para analizar las interacciones dinámicas incorporadas a cada uno de los modelos. Este análisis se apoya en dos instrumentos habituales en la metodología VAR: las funciones de respuesta al impulso y la descomposición de varianza. Las funciones de respuesta al impulso muestran los efectos sobre las distintas variables del sistema de perturbaciones positivas asociadas a las diferentes series, lo que puede interpretarse como un ejercicio de "simulación" que indica el signo, la magnitud y la persistencia de la respuesta de una variable al impacto ocurrido en otra. Por su parte, la descomposición de varianza indica cómo se distribuye entre las diferentes perturbaciones del sistema la varianza del error de predicción asociada a los distintos horizontes predictivos, lo que puede interpretarse como la "contribución" de cada una de las perturbaciones a la variabilidad del sistema. En esta sección, se utilizan estos instrumentos para comparar los resultados que se obtienen con parametrizaciones alternativas del modelo.

---

### Modelo calibrado en términos de verosimilitud

Los modelos calibrados en términos de verosimilitud y de predicción muestran gran similitud en su comportamiento estructural. Por este motivo, en esta sección nos referiremos exclusivamente al modelo calibrado en términos de verosimilitud, siendo los resultados igualmente aplicables al modelo calibrado en términos de predicción.

El gráfico 3 y el cuadro 2 muestran, respectivamente, la función de respuesta al impulso y la descomposición de varianza obtenidas al combinar

el esquema de identificación propuesto<sup>22</sup> en la sección anterior con la forma reducida óptima en términos de verosimilitud, es decir, la asociada al vector de la primera columna del cuadro 1.

Tal y como es habitual en la literatura, en la representación de las funciones de respuesta al impulso se indican los efectos de perturbaciones de una desviación típica y se recoge la respuesta normalizada de la variable afectada. Además, se acompaña la función de su correspondiente medida de incertidumbre<sup>23</sup>. Por su parte, en las descomposiciones de varianzas, el valor a corto plazo indica la variabilidad explicada al transcurrir el primer año después del shock, y el valor a largo plazo corresponde al final del tercer año.

Como puede observarse, la característica básica de este modelo es el dominio y la persistencia de los efectos de las perturbaciones propias junto a la escasez de efectos cruzados y la difícil interpretación económica de algunos de ellos. En concreto, con respecto a la interpretabilidad, nótese, por ejemplo, que las perturbaciones positivas al nivel de precios inducen una reducción del salario real sin tener efectos perceptibles sobre la actividad real y el empleo; o que las perturbaciones positivas al tipo de interés generan igualmente un ligero aumento del empleo. En cuanto a la importancia de los efectos cruzados, el análisis de la descomposición de varianzas permite comprobar que los únicos efectos que superan en media el 10% son los del tipo de cambio en los precios, los de la producción en el empleo y los de la producción en el déficit y viceversa.

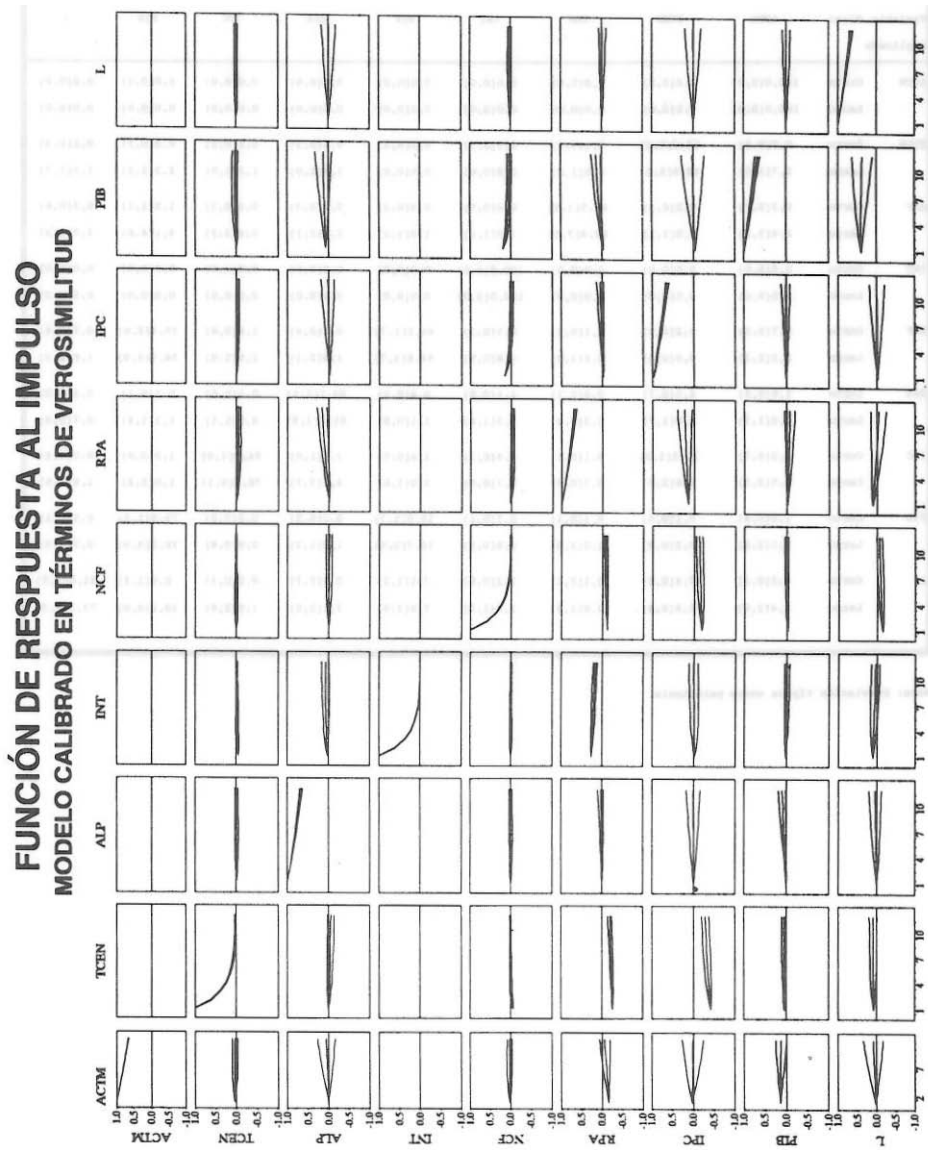
El escaso grado de interrelación obtenido con la calibración en función de medidas de bondad de ajuste no debe extrañar dadas las ca-

---

<sup>22</sup> Debido a problemas de convergencia del algoritmo utilizado, para este modelo se ha utilizado una ligera modificación respecto al esquema de referencia, donde se han eliminado los efectos de ALP en INT, de TCEN en INT y de TCEN en PIB.

<sup>23</sup> Para obtener la medida de incertidumbre, se llevan a cabo 100 extracciones de la distribución a posteriori del vector de coeficientes de la forma reducida y se calculan las correspondientes funciones de respuesta al impulso, dado el esquema de identificación. Este hecho explica la ausencia de incertidumbre sobre los efectos contemporáneos.

Gráfico 3



Cuadro 2

## MODELO CALIBRADO EN TÉRMINOS DE VEROSIMILITUD

		Porcentaje de la varianza explicada								
		Variable explicativa								
Variable	Plazo	ACTM	TCEM	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
explicada										
ACTM	Curto	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
	Largo	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
TCEM	Curto	0,7(0,6)	97,0(1,0)	0,1(0,2)	0,5(0,3)	0,2(0,2)	0,3(0,3)	0,2(0,2)	0,8(0,7)	0,2(0,3)
	Largo	2,7(3,2)	88,5(5,5)	0,8(1,2)	0,8(0,6)	0,5(0,6)	1,8(2,0)	1,2(1,5)	2,3(2,2)	1,3(1,7)
ALP	Curto	0,3(0,2)	0,2(0,3)	96,5(1,6)	0,4(0,3)	0,4(0,3)	0,2(0,3)	0,2(0,3)	1,5(1,1)	0,3(0,6)
	Largo	2,4(3,2)	0,9(1,1)	83,4(7,5)	1,0(1,0)	1,0(1,2)	2,2(2,1)	2,4(3,2)	4,1(4,6)	2,7(3,3)
INT	Curto	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
	Largo	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,1(0,2)
NCF	Curto	0,7(0,5)	0,2(0,2)	0,1(0,2)	0,5(0,3)	61,2(1,7)	0,4(0,4)	1,6(0,6)	35,1(2,6)	0,2(0,4)
	Largo	2,2(2,3)	0,5(0,3)	0,8(1,0)	0,8(0,5)	54,8(4,7)	1,8(2,1)	2,8(1,8)	34,7(4,9)	1,6(2,3)
RPA	Curto	1,8(0,5)	4,5(0,7)	0,0(0,1)	4,1(0,6)	0,4(0,2)	89,1(1,1)	0,1(0,0)	0,1(0,1)	0,1(0,0)
	Largo	1,9(1,7)	4,8(1,7)	0,3(0,4)	3,9(1,4)	1,1(0,8)	85,3(3,5)	0,8(1,1)	1,1(1,4)	0,7(0,9)
IPC	Curto	0,2(0,7)	10,5(1,3)	0,1(0,1)	0,4(0,3)	1,4(0,6)	2,1(1,0)	84,0(1,8)	1,0(0,6)	0,2(0,2)
	Largo	2,5(3,3)	9,8(2,8)	0,7(0,9)	0,7(0,9)	2,0(1,6)	4,1(3,7)	76,4(6,1)	1,8(2,2)	1,9(2,5)
PIB	Curto	1,0(0,4)	0,1(0,0)	0,1(0,1)	0,7(0,1)	18,0(1,3)	0,2(0,2)	0,2(0,2)	79,9(1,5)	0,1(0,1)
	Largo	2,5(2,5)	0,2(0,3)	1,0(1,0)	0,6(0,5)	16,7(2,9)	1,0(1,3)	0,9(0,9)	76,5(3,9)	0,7(1,0)
L	Curto	0,2(0,3)	0,4(0,3)	0,1(0,1)	1,2(0,6)	7,1(1,2)	0,3(0,7)	0,2(0,3)	8,6(1,3)	81,8(2,0)
	Largo	2,4(2,8)	0,8(0,8)	0,8(1,3)	1,4(1,0)	7,0(2,6)	2,1(2,5)	1,9(2,8)	10,2(4,6)	73,3(6,3)

Nota: Desviación típica entre paréntesis.

racterísticas del vector  $\tau'$  (especialmente, como consecuencia del reducido valor del hiperparámetro asociado a la incertidumbre relativa de los retardos de otras variables) y el escaso grado de correlación residual contemporánea.

#### **Modelo irrestringido con actividad mundial exógena**

Cuando el tamaño de la muestra es reducido respecto al del modelo, el tratamiento simétrico de las variables que subyace al proceso de especificación de la metodología VAR podría provocar un empeoramiento progresivo de la bondad de ajuste conforme se relaja el grado de parametrización, aunque realmente un modelo con parametrización más generosa fuera el verdadero. Esto sucederá si, debido a la insuficiente información muestral, la relajación de la información a priori incrementa la varianza del modelo sin proporcionar mejoras sustanciales en términos de captación de señal. Esta posibilidad, concebible en nuestro caso, podría explicar el resultado obtenido al calibrar el modelo en función de estadísticos de verosimilitud. Y si esto fuera efectivamente así, parecería apropiado explorar la posibilidad de que un subconjunto de las variables analizadas fuera el responsable principal de la variabilidad muestral, en cuyo caso, una jerarquización adecuada podría proporcionar un modelo aceptable, tanto en términos de interrelación como de bondad de ajuste.

De cara a la determinación de este supuesto subconjunto de variables que explicaran en buena medida la variabilidad muestral, se estimó el modelo irrestringido. En términos más precisos, el modelo estimado es el resultante de combinar el esquema de identificación de referencia con la forma reducida asociada al vector<sup>24</sup> de la columna 3 del cuadro 1. En el supuesto de una economía pequeña<sup>25</sup> como la española, parece razonable considerar que la actividad mundial es exógena respecto al resto del sistema, es decir, que no se ve afectada por la evolución de las variables interiores. Estas, por su parte, sí que se pueden ver afectadas

---

<sup>24</sup> El valor  $\tau_2 = 10^7$  era suficiente para que el filtro de Kalman generara los estimadores MCO.

<sup>25</sup> Ballabriga et al. (1993) aportan evidencia en este sentido.



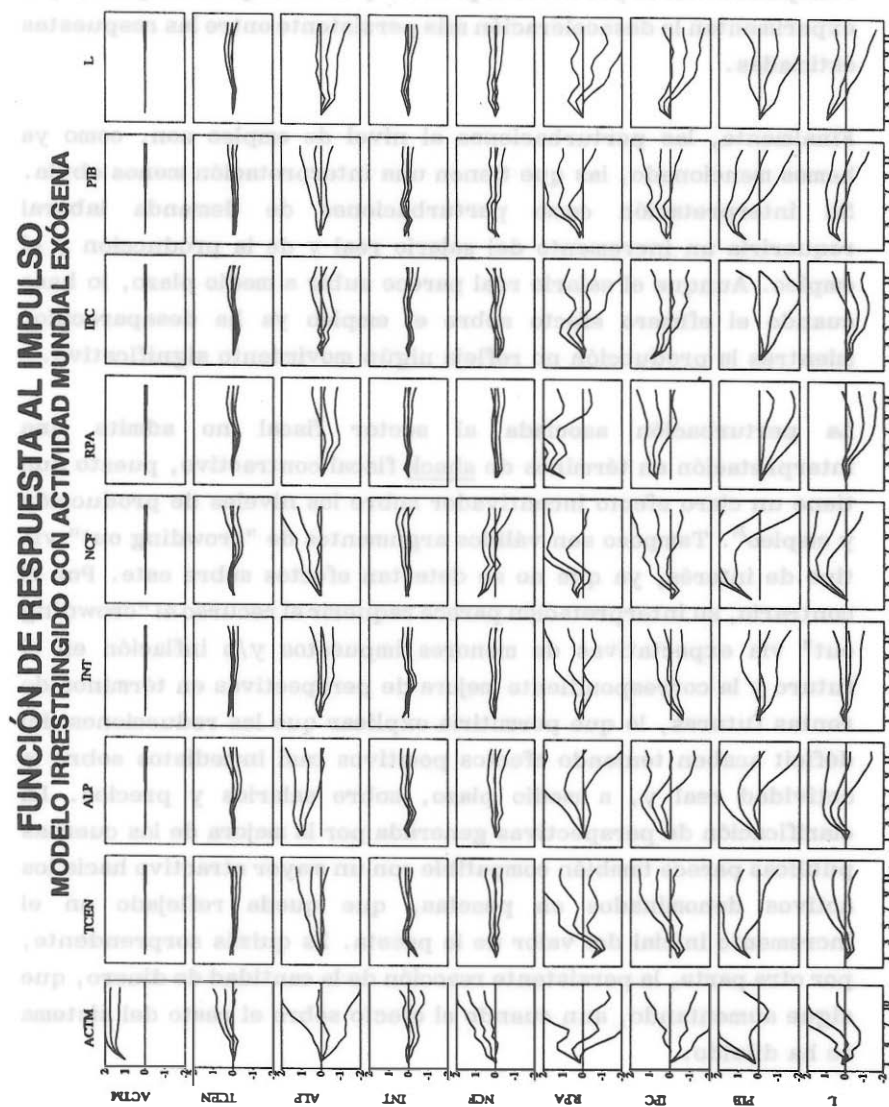
por la actividad mundial. En el gráfico 4 y en el cuadro 3, aparecen, respectivamente, la función de respuesta al impulso y la descomposición de **varianza** asociadas a este modelo.

El primer aspecto que merece ser destacado es la aceptable interpretabilidad del patrón de respuestas que contiene el gráfico 4. Así:

- (i) Las perturbaciones del bloque identificado como sector interior, con la excepción de la asociada al empleo, admiten de hecho interpretación en términos de perturbaciones de oferta y demanda, a pesar de que, como ya se señaló, no sea una pretensión explícita del esquema de identificación. En particular, las perturbaciones a los niveles de precios y de producción parecen identificables como perturbaciones transitorias de oferta y demanda agregada, respectivamente. Las primeras generan un incremento de precios junto a una reacción al alza inmediatamente posterior de los salarios y una reducción de la producción y el empleo. El déficit público aumenta ligeramente y la peseta se deprecia, probablemente como consecuencia de la desaceleración de la actividad real y del incremento de precios. Por su parte, el mercado monetario no registra movimientos significativos. Las perturbaciones que interpretamos como de demanda provocan aumentos inmediatos de la producción y el empleo que se diluyen progresivamente, al tiempo que precios y salarios, especialmente estos últimos, se ajustan al alza. El déficit público mejora de forma transitoria y el tipo de interés experimenta un incremento también transitorio y consistente con la ausencia de respuesta del stock monetario. Una ligera depreciación acompaña al incremento de actividad interna.

Por su parte, las perturbaciones asociadas al salario nominal producen un patrón de respuestas asimilable al de una perturbación de oferta de trabajo: la subida de los salarios nominales provoca de forma inmediata una reacción de los precios. Aunque ambos efectos son persistentes, la persistencia del efecto sobre el salario nominal es mayor, por lo que el efecto sobre el salario real acaba siendo probablemente positivo. La depreciación que se produce a medio plazo puede ser indicio, a su vez, de la pérdida de competitividad

Gráfico 4



el exterior, provocada por el incremento de los precios internos. La evolución desfavorable de los costes y la competitividad acaba reflejándose en la producción primero y en el empleo después, que experimentan la desaceleración más persistente entre las respuestas estimadas.

Finalmente, las perturbaciones al nivel de empleo son, como ya hemos mencionado, las que tienen una interpretación menos obvia. Su interpretación como perturbaciones de demanda laboral requeriría un incremento del salario real y de la producción y el empleo. Aunque el salario real parece subir a medio plazo, lo hace cuando el efímero efecto sobre el empleo ya ha desaparecido, mientras la producción no refleja ningún movimiento significativo.

- (ii) La perturbación asociada al sector fiscal no admite una interpretación en términos de shock fiscal contractivo, puesto que tiene un claro efecto incentivador sobre los niveles de producción y empleo<sup>26</sup>. Tampoco son válidos argumentos de "crowding out" vía tipo de interés, ya que no se detectan efectos sobre este. Por el contrario, su interpretación parece requerir el recurso al "crowding out" vía expectativas de menores impuestos y/o inflación en el futuro y la correspondiente mejora de perspectivas en términos de rentas futuras, lo que permitiría explicar que las reducciones del déficit acaben teniendo efectos positivos casi inmediatos sobre la actividad real y, a medio plazo, sobre salarios y precios. La clarificación de perspectivas generada por la mejora de las cuentas públicas parece también compatible con un mayor atractivo hacia los activos denominados en pesetas, que queda reflejado en el incremento inicial del valor de la peseta. Es quizás sorprendente, por otra parte, la persistente reacción de la cantidad de dinero, que sigue aumentando, aun cuando el efecto sobre el resto del sistema se ha diluido.

---

<sup>26</sup> Puesto que NCF representa superávit, shocks positivos a esta variable equivalen a reducciones del déficit.

- (iii) De las perturbaciones identificadas en el bloque correspondiente al mercado monetario, la asociada al tipo de interés tiene como únicos efectos de cierta magnitud la apreciación nominal y el impacto negativo sobre el nivel de precios, ambos transitorios. Sin embargo, entre los efectos estimados como respuesta a la perturbación asociada al stock de dinero aparecen claros incrementos transitorios en los niveles de precios, producción y empleo.

Por tanto, si mantenemos la pretensión de separar perturbaciones de oferta y demanda, explícita en el esquema de identificación, debemos concluir que solo las perturbaciones de demanda monetaria parecen tener efectos reales; lo que, a su vez, admite una interpretación en sintonía con la teoría del ciclo real: incrementos en la demanda de saldos líquidos alimentados por expectativas de futuros incrementos en el nivel de actividad reciben respuesta acomodaticia por parte de la autoridad monetaria, por lo que el tipo de interés apenas varía. La confirmación posterior de las expectativas explica el comportamiento de la producción, el empleo y los precios<sup>27</sup>.

- (iv) La interpretación como revaluación<sup>28</sup> de las perturbaciones al tipo de cambio efectivo nominal no parece defendible por su efecto positivo sobre el nivel de producción. Tampoco lo es el suponer que su variabilidad represente variabilidad en el nivel de actividad exterior, fundamentalmente porque esta variable es parte explícita de nuestro modelo y, según se comenta a continuación, entre sus efectos no aparece una apreciación inmediata de la peseta.

Puede ser más aceptable la interpretación de que esta perturbación capta variabilidad del tipo de interés asociado a activos denominados en divisas, lo que explicaría el descenso inicial del tipo de interés doméstico. El efecto incentivador sobre el nivel de producción

---

<sup>27</sup> El bloque monetario es objeto de especial atención en una de las subsecciones siguientes.

<sup>28</sup> El tipo de cambio efectivo nominal aumenta (disminuye) cuando la moneda se aprecia (deprecia).

podría entonces asociarse con los potenciales efectos reales provocados por esta relajación inducida de la política monetaria interna. La interpretación choca, sin embargo, con el resultado de ausencia de efectos reales de las perturbaciones al tipo de interés comentado anteriormente.

Por su parte, el impacto negativo inicial de la perturbación sobre los niveles de precios y salarios no parece conflictivo en términos interpretativos.

- (v) La perturbación asociada al nivel de actividad mundial provoca incrementos en los niveles de producción y empleo domésticos, así como una apreciación de la peseta y una mejora del déficit público. Aunque el signo de los efectos sea el esperado, es quizás llamativo su carácter de medio/largo plazo y su aparente persistencia, esta última probablemente debida a que esta perturbación induce efectos propios muy persistentes.

Respecto al grado de interrelación implicado por este modelo, los siguientes son los aspectos más destacables según la información sobre contribuciones a la variabilidad contenida en el cuadro 3:

- (i) El grado de interrelación es considerable, como lo muestra el hecho de que el dominio de los efectos de las perturbaciones propias no sea una característica del sistema.
- (ii) En gran medida, la variable responsable de esta interrelación es el nivel de actividad mundial, que al final del tercer año absorbe en media el 35% de la variabilidad de las variables interiores. Estos efectos, no obstante, se ven afectados por una incertidumbre muestral considerable.
- (iii) Actividad mundial al margen, el poder explicativo en términos de efectos cruzados tiende a estar distribuido, sin que ninguna variable doméstica adquiera un papel preponderante a nivel de bloque.

Cuadro 3

## MODELO IRRESTRINGIDO CON ACTIVIDAD MUNDIAL EXÓGENA

Porcentaje de la Varianza explicada									
Variable explicativa									
Variable explicada	ACTM	TCEM	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	FIB	L
ACTM Corto	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
Largo	100,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)	0,0(0,0)
TCEM Corto	15,2(12,0)	10,3(4,6)	4,9(3,5)	21,5(7,3)	14,7(5,8)	7,6(4,6)	12,2(7,0)	9,5(6,1)	4,0(3,3)
Largo	37,2(16,0)	7,5(4,7)	9,1(5,8)	7,6(4,3)	13,0(5,9)	6,3(4,0)	6,4(3,9)	5,4(4,2)	7,4(4,7)
ALP Corto	11,5(11,2)	4,5(4,5)	49,4(14,9)	3,1(3,0)	11,1(8,1)	7,3(6,4)	2,7(2,6)	3,1(3,3)	7,1(6,5)
Largo	23,4(18,9)	7,5(6,0)	24,2(13,0)	3,5(2,8)	19,0(12,7)	6,2(5,8)	3,3(3,0)	5,2(4,7)	7,6(6,6)
INT Corto	15,8(10,7)	21,9(5,5)	9,0(5,0)	13,4(5,0)	8,7(4,8)	4,4(2,8)	4,7(3,1)	13,7(5,1)	8,5(5,1)
Largo	23,1(11,5)	13,2(5,6)	11,2(7,3)	8,6(4,0)	14,8(5,7)	5,3(2,6)	6,6(3,8)	8,7(3,7)	8,6(4,2)
NCF Corto	24,0(16,2)	4,4(3,4)	4,6(3,4)	3,6(2,6)	39,2(11,8)	4,2(2,9)	7,4(4,5)	7,3(5,2)	5,2(4,5)
Largo	50,0(21,4)	4,7(4,8)	5,9(4,0)	3,2(2,3)	18,0(10,0)	3,8(3,3)	4,8(3,4)	4,8(4,2)	4,8(3,9)
RPA Corto	11,6(9,7)	9,8(5,4)	4,1(4,2)	2,5(2,2)	6,7(5,7)	42,6(10,2)	6,1(5,0)	12,4(8,1)	4,2(3,9)
Largo	25,2(18,4)	8,0(5,9)	8,0(7,5)	4,2(4,4)	14,9(9,8)	18,6(11,0)	4,3(3,6)	9,4(7,0)	7,3(6,6)
IPC Corto	13,9(11,5)	5,9(3,5)	14,8(9,1)	5,8(2,8)	8,5(5,3)	24,1(8,8)	12,8(5,5)	9,4(7,0)	4,8(3,6)
Largo	26,5(17,2)	8,4(5,7)	11,0(8,4)	4,9(3,5)	12,4(7,1)	13,0(8,5)	6,5(4,2)	7,9(6,0)	9,3(6,4)
FIB Corto	24,4(20,1)	13,0(7,9)	6,3(5,9)	2,0(2,4)	28,2(14,0)	4,3(3,9)	3,0(2,9)	15,6(7,6)	3,1(3,2)
Largo	42,0(26,5)	7,4(7,0)	7,4(7,3)	2,2(2,2)	17,7(13,2)	8,5(7,5)	3,7(3,8)	5,9(4,8)	5,3(5,4)
L Corto	7,8(7,2)	3,2(2,8)	12,1(7,7)	1,7(1,6)	35,4(12,2)	3,9(3,8)	4,6(3,0)	13,4(6,7)	16,9(7,0)
Largo	40,3(24,7)	5,9(5,6)	7,7(6,3)	2,5(2,1)	18,2(12,2)	7,5(6,7)	4,2(3,3)	6,1(5,3)	7,4(4,5)

Nota: Desviación típica entre paréntesis.

(iv) Las interrelaciones domésticas más destacables son la mutua entre tipo de cambio y tipo de interés; el efecto del déficit público sobre el tipo de cambio y sobre los niveles de producción y empleo; los efectos del salario nominal y de la cantidad de dinero sobre el nivel de precios; y la contribución del output a la variabilidad del empleo.

El considerable protagonismo de la variable mundial es probablemente una cuestión controvertida, mientras que la ausencia de protagonismo claro por parte de alguna de las variables del bloque doméstico supone evidencia en contra de la hipótesis de la posible existencia de un núcleo de variables domésticas que fuera el responsable principal de la variabilidad observada.

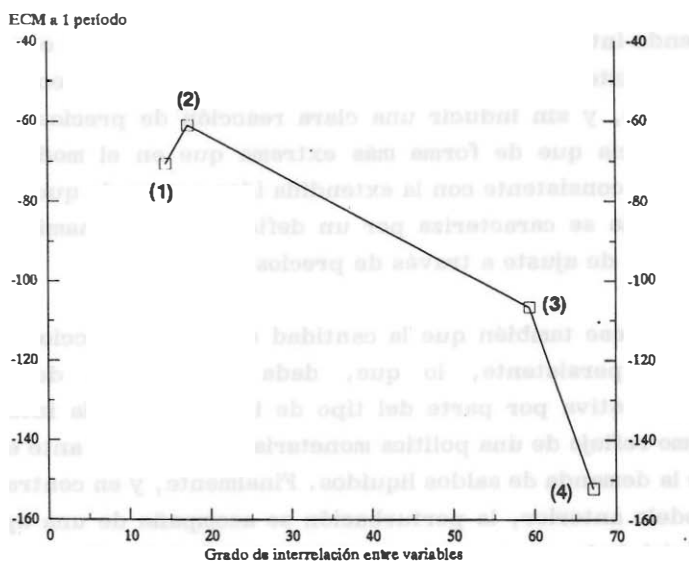
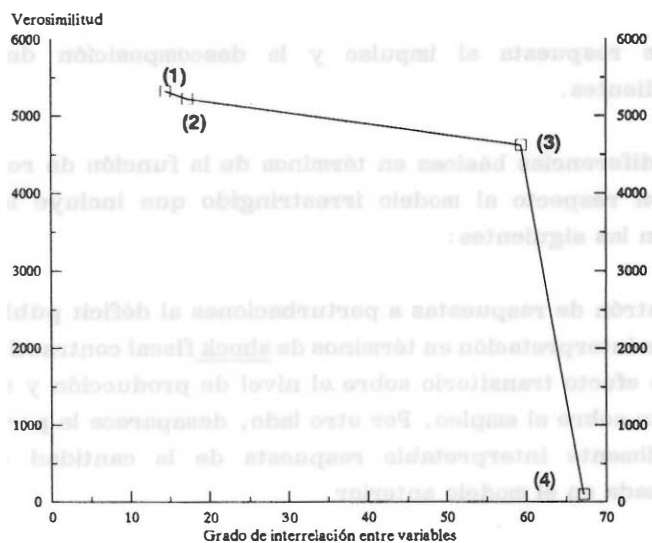
Pero, al margen de cuestiones concretas, si se establece una comparación global entre los resultados de este modelo y los obtenidos con el de la subsección anterior (gráfico 3 y cuadro 2), se desprende inmediatamente la conclusión de que nos enfrentamos a una clara disyuntiva entre el aspecto de interrelación e interpretabilidad del modelo y el de su bondad de ajuste: mejorar en uno de ellos conlleva empeorar en el otro. El gráfico 5 ilustra esta disyuntiva para las dimensiones interrelación/bondad de ajuste. Lo que sorprende de este gráfico no es que la calibración en términos de bondad de ajuste identifique como espuria una parte de la interrelación y, por tanto, exija su reducción, sino el hecho de que la reducción requerida sea en sí tan drástica, en claro contraste con los resultados obtenidos en otras aplicaciones: véase Sims (1989) o Racette *et al.* (1994).

#### **Modelo irrestringido del bloque doméstico**

Como acabamos de mencionar, el modelo anterior no atribuye un protagonismo claro a ninguna variable doméstica, pero sí lo hace, en cambio, con la variable mundial. La posibilidad de que el primer resultado fuera consecuencia del segundo motivó la estimación de un modelo irrestringido que la excluyera. Más en concreto, el modelo estimado combina la forma reducida asociada al vector de la cuarta columna del cuadro 1 y el esquema de identificación de referencia modificado con la

## RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE INTERRELACIÓN Y LOS ESTADÍSTICOS DE AJUSTE

Gráfico 5



- (1) Modelo calibrado en términos de verosimilitud
- (2) Modelo calibrado en términos de predicción a 4 trimestres
- (3) Modelo con 'prior' estándar. Vector de hiperparámetros: (1,1,0.2,0.5,1,5,5,0,1,1).
- (4) Modelo irrestringido con actividad mundial exógena



restricción  $c_{ii}=0$ ;  $i=2,6,7,8,9$  (es decir, en el esquema de referencia se suprimen las relaciones con la actividad mundial). La forma reducida equivale a la obtenida mediante estimación mínimo cuadrática del bloque doméstico. El gráfico 6 y el cuadro 4 contienen, respectivamente, la función de respuesta al impulso y la descomposición de varianzas correspondientes.

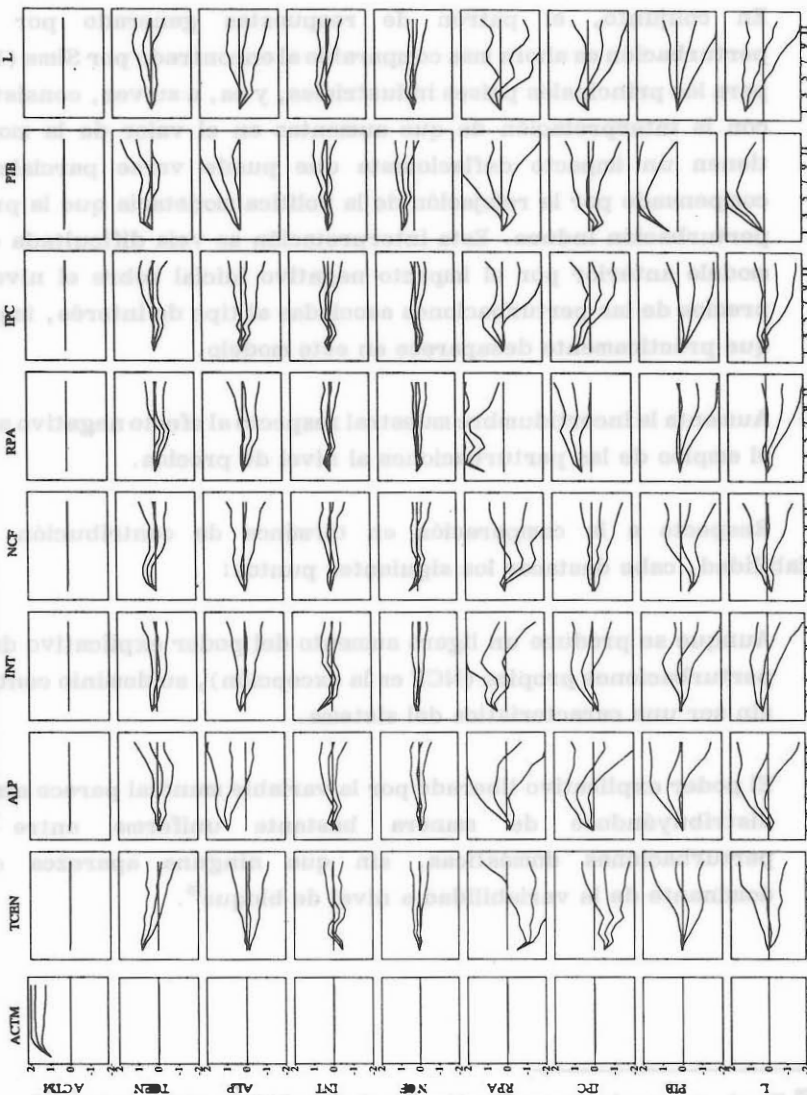
Las diferencias básicas en términos de la función de respuesta al impulso con respecto al modelo irrestringido que incluye la variable mundial son las siguientes:

- (i) El patrón de respuestas a perturbaciones al déficit público admite ahora interpretación en términos de shock fiscal contractivo, con un claro efecto transitorio sobre el nivel de producción y sin apenas efecto sobre el empleo. Por otro lado, desaparece la persistente y difícilmente interpretable respuesta de la cantidad de dinero estimada en el modelo anterior.
- (ii) Las perturbaciones asociadas al nivel de producción continúan siendo interpretables como de demanda, pero ahora con un mayor y persistente impacto sobre la producción, el empleo y el déficit público, y sin inducir una clara reacción de precios y salarios, evidencia que de forma más extrema que en el modelo anterior parece consistente con la extendida idea acerca de que la economía española se caracteriza por un deficiente funcionamiento de sus canales de ajuste a través de precios y salarios.

Obsérvese también que la cantidad de dinero reacciona ahora de forma persistente, lo que, dada la ausencia de respuesta significativa por parte del tipo de interés, podría interpretarse como reflejo de una política monetaria acomodaticia ante el aumento de la demanda de saldos líquidos. Finalmente, y en contraste con el modelo anterior, la perturbación se acompaña de una apreciación inicial de la peseta que no parece tener fácil justificación, aunque su tamaño sea, de hecho, reducido.

Gráfico 6

**FUNCIÓN DE RESPUESTA AL IMPULSO  
MODELO IRRESTRINGIDO DEL BLOQUE DOMÉSTICO**



- (iii) Desaparece el efecto positivo sobre el nivel de producción de las perturbaciones al tipo de cambio, a la vez que aumenta la persistencia de su efecto negativo inicial sobre salarios y precios. En conjunto, el patrón de respuestas generado por esta perturbación es ahora más comparable al encontrado por Sims (1992) para los principales países industriales, y es, a su vez, consistente con la interpretación de que aumentos en el valor de la moneda tienen un impacto deflacionista que puede verse parcialmente compensado por la relajación de la política monetaria que la propia perturbación induce. Esta interpretación se veía dificultada en el modelo anterior por el impacto negativo inicial sobre el nivel de precios de las perturbaciones asociadas al tipo de interés, impacto que prácticamente desaparece en este modelo.
- (iv) Aumenta la incertidumbre muestral respecto al efecto negativo sobre el empleo de las perturbaciones al nivel de precios.

Respecto a la comparación en términos de contribución a la variabilidad, cabe destacar los siguientes puntos:

- (i) Aunque se produce un ligero aumento del poder explicativo de las perturbaciones propias (NCF es la excepción), su dominio continúa sin ser una característica del sistema.
- (ii) El poder explicativo liberado por la variable mundial parece acabar distribuyéndose de manera bastante uniforme entre las perturbaciones domésticas, sin que ninguna aparezca como dominante de la variabilidad a nivel de bloque<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Es cierto que la perturbación asociada a PIB es ahora más activa, por lo que una primera observación de las contribuciones podría inducir a pensar que PIB resulta especialmente favorecida por la exclusión de ACTM. Nótese, sin embargo, que NCF tiende a perder poder explicativo donde PIB lo gana, por lo que parece tratarse más de un trasvase desde NCF que de una captación del poder explicativo liberado por ACTM.

Cuadro 4

## MODELO IRRESTRINGIDO DEL BLOQUE DOMÉSTICO

Porcentaje de la varianza explicada									
Variable explicativa									
Variable explicada	ACEM	TCER	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
ACEM Corto	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Largo	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TCER Corto	--	39,3(11,8)	6,4(5,7)	7,1(4,4)	13,5(8,4)	6,9(4,7)	5,1(4,4)	15,2(8,9)	6,5(5,8)
Largo	--	20,6(8,4)	12,3(8,1)	8,8(5,2)	10,0(5,8)	8,0(4,6)	8,3(5,1)	19,7(9,7)	12,3(8,0)
ALP Corto	--	5,3(5,9)	57,2(13,2)	5,7(4,7)	4,5(4,1)	6,0(5,6)	4,4(4,7)	9,5(8,0)	7,3(6,8)
Largo	--	8,0(6,7)	27,8(13,7)	7,0(5,3)	6,3(5,6)	6,4(5,7)	7,1(6,2)	26,7(16,0)	10,7(8,1)
INT Corto	--	19,9(6,7)	9,5(4,8)	30,7(7,4)	6,4(4,9)	5,9(3,7)	7,0(4,0)	7,4(5,4)	13,2(7,9)
Largo	--	14,0(8,0)	13,6(7,2)	17,5(6,3)	10,2(7,3)	7,9(4,4)	9,9(5,9)	13,0(7,3)	13,9(7,6)
NCF Corto	--	5,9(5,0)	5,9(5,1)	5,4(4,6)	12,3(4,0)	4,4(3,9)	6,0(3,8)	52,4(10,4)	7,7(6,0)
Largo	--	8,4(5,1)	9,8(6,6)	7,3(4,9)	10,5(5,2)	6,2(4,8)	7,9(4,9)	39,3(12,6)	10,6(6,9)
RPA Corto	--	21,7(9,8)	5,0(5,0)	8,2(5,5)	8,1(7,1)	43,7(8,9)	4,2(4,6)	3,7(3,0)	5,3(5,2)
Largo	--	16,5(10,4)	10,0(8,7)	10,0(8,1)	8,5(7,8)	27,3(10,8)	7,0(5,8)	10,2(9,8)	10,6(8,5)
IPC Corto	--	20,3(9,7)	14,7(9,9)	6,6(5,2)	4,4(4,0)	24,2(7,8)	17,7(6,8)	5,8(4,2)	8,3(5,3)
Largo	--	16,5(9,3)	14,2(10,8)	9,1(6,7)	7,3(5,9)	18,2(8,5)	11,8(6,2)	10,1(7,9)	12,7(8,6)
PIB Corto	--	3,4(4,6)	8,8(7,1)	2,5(3,0)	10,2(7,0)	2,3(2,7)	6,8(5,3)	84,5(12,5)	3,8(4,9)
Largo	--	7,5(6,4)	10,5(10,0)	7,0(3,9)	7,3(5,8)	8,5(8,4)	8,2(6,5)	41,0(16,0)	10,0(9,1)
L Corto	--	4,7(5,0)	9,7(8,4)	7,0(5,0)	3,9(3,4)	3,7(4,1)	3,5(3,2)	44,4(14,6)	23,1(11,7)
Largo	--	7,0(5,8)	10,7(10,5)	6,8(5,4)	5,7(5,8)	8,2(6,8)	6,5(6,1)	43,1(16,4)	11,9(9,7)

Nota: Desviación típica entre paréntesis.

- (iii) Con la excepción del efecto del déficit público sobre el empleo, las interrelaciones destacadas en el modelo que incluía la variable mundial se mantienen, con el matiz de que el efecto mutuo entre tipo de interés y tipo de cambio se amortigua, el del déficit público sobre el output se reduce y el del output sobre el empleo se acentúa sustancialmente. Por otro lado, el tipo de cambio tiene ahora un claro efecto sobre precios y salarios, mientras el output pasa a ser un factor explicativo de consideración para la variabilidad a largo plazo del dinero y a tener una fuerte participación en la variabilidad del déficit público.

Según lo anterior, creemos adecuado concluir que, en conjunto, la exclusión de la variable mundial no merma las propiedades del modelo en términos de interrelación e interpretabilidad, quizá más bien al contrario. Además, mejora la bondad de ajuste del modelo en términos de verosimilitud.

#### Identificaciones alternativas del bloque monetario

La necesidad de explicar la correlación positiva entre medidas agregadas de output y dinero que caracteriza a las series temporales generadas por las economías de mercado está en el origen del debate sobre la efectividad de la política monetaria: un debate presente siempre en la discusión macroeconómica teórica y aplicada, pero que sigue sin proporcionar una respuesta definitiva a la pregunta de qué parte de las fluctuaciones agregadas es realmente atribuible a la variabilidad del dinero.

Desde el punto de vista teórico, existen en la actualidad dos posturas encontradas. Un lado agrupa a los componentes de la escuela nacida en torno a las ideas de la teoría real del ciclo (TRC), y defiende la idea de que la correlación entre dinero y output es fundamentalmente consecuencia de la respuesta pasiva del dinero a los shocks originados en la economía real. El otro lado, menos homogéneo, agrupa a componentes con postulados conceptuales de partida muy distintos, pero que comparten la conclusión de que, con mayor o menor grado de intensidad y persistencia, el dinero desempeña un papel activo en las fluctuaciones

cíclicas. Dentro de este grupo, caben keynesianos, que basan sus conclusiones en las rigideces de precios; monetaristas y nuevos clásicos, que parten de la flexibilidad de precios y la existencia de información imperfecta; y neokeynesianos, que combinan rigideces de precios e información imperfecta.

La búsqueda de evidencia empírica en favor de las distintas posturas ha transcurrido de forma paralela al debate teórico y ha sido abordada con distintas perspectivas, que van desde el análisis puntual de episodios históricos concretos al uso de modelos estructurales de ecuaciones simultáneas, pasando por la caracterización de las correlaciones cruzadas no condicionadas entre output y dinero para distintos desfases temporales, y el análisis de la evidencia mediante el uso de modelos multivariantes de series temporales, bien en forma reducida o acompañados de un conjunto mínimo de restricciones de identificación. Este último es el campo natural de operaciones de los métodos VAR, que desde sus orígenes han sido utilizados como instrumento de análisis empírico en el debate output-dinero (véase Sims 1972). De hecho, el propio carácter multivariante del enfoque VAR junto a su frugalidad restrictiva ha propiciado que su uso ponga de manifiesto dos aspectos del debate sobre la efectividad de la política monetaria que paulatinamente van siendo reconocidos como claves e ineludibles.

El primero es la necesidad de abordar el problema de la endogenidad de la política monetaria. Es decir, afrontar el hecho, evidente a todas luces, de que parte de la actuación de la autoridad monetaria tiene el carácter de respuesta a los acontecimientos que acaecen en la economía, por lo que no proporciona información útil para la evaluación de los potenciales efectos de la política monetaria. El problema es, por tanto, el de distinguir en la variabilidad monetaria observada entre la que corresponde a actuaciones de política deliberadas y la que supone variabilidad pasiva en respuesta a los acontecimientos económicos. Este problema de identificación constituye, sin duda, una de las principales fuentes de incertidumbre acerca de la efectividad de la política monetaria. Sims (1988) incide en esta argumentación.

El segundo aspecto se refiere al énfasis en que los modelos que pretenden explicar la relación entre output y dinero vayan más allá de las simples correlaciones cruzadas entre ambas variables, imponiéndose como objetivo la reproducción de las diversas interacciones que con considerable grado de solidez parecen caracterizar a los datos cuando se analizan a través de técnicas multivariantes.

Eichenbaum (1992) y Sims (1992) son quizás las expresiones más recientes de los aspectos mencionados<sup>30</sup>. Ambos autores presentan resultados que confirman la solidez para la economía americana de un patrón cualitativo de respuestas interpretable como evidencia en favor de la efectividad de la política monetaria: los shocks monetarios contractivos (expansivos) tienden a subir (bajar) el tipo de interés y a disminuir (aumentar) la cantidad de dinero y el nivel de output; los efectos tienen además, considerable persistencia, siendo aún perceptibles después de 12 trimestres. Este patrón, como decimos, admite, en principio, interpretación en términos de efectos reales asociados al efecto liquidez provocado por la perturbación monetaria. En el mismo trabajo, Sims analiza series temporales agregadas de otros cuatro países (Japón, Alemania, Francia y el Reino Unido) y concluye que el patrón de respuestas comentado se reproduce también para estas economías, aunque detecta que ante perturbaciones contractivas se produce una respuesta positiva añadida por parte de los precios claramente más acentuada que en el caso de la economía americana, lo que, para Sims, dificulta la interpretación en términos de contracción monetaria. Eichenbaum argumenta, sin embargo, que tal dificultad tiende a desaparecer, al menos en el caso de la economía americana, cuando se consideran agregados más

---

<sup>30</sup> En mayor medida que el enfoque VAR, las perspectivas empíricas arriba mencionadas presentan deficiencias en uno, al menos, de estos aspectos. Los modelos estructurales de ecuaciones simultáneas tienden a eludir el problema de identificación planteado recurriendo al tratamiento exógeno de las variables monetarias, o bien lo abordan solo de manera parcial mediante su tratamiento como variables predeterminadas, por lo que, en cualquier caso, sus cuantificaciones adolecen de serios problemas de credibilidad. El estudio de episodios históricos puntuales es un intento informal de resolver la identificación. Finalmente, el análisis de las correlaciones cruzadas tiene carácter bivalente y no traspasa el umbral de la pura correlación.

estrechos que M1 y se identifica la perturbación monetaria con un componente ortogonal del agregado monetario en lugar de hacerlo, como en el caso de Sims, con un componente ortogonal del tipo de interés.

La coincidencia metodológica plantea como natural la pregunta de si nuestro modelo reproduce para el caso de la economía española el patrón de respuestas obtenido para las economías anteriores. Y la respuesta debe ser negativa, si identificamos la perturbación monetaria como el componente ortogonal del tipo de interés específico a nuestro esquema de identificación, ya que en ninguna de las dos versiones irrestringidas<sup>31</sup> se estiman efectos perceptibles sobre la cantidad de dinero y el output ante perturbaciones al tipo de interés. De hecho, como ya mencionamos, si nos ceñimos a esta identificación nuestros resultados parecen más bien interpretables en la línea de la TRC, con la mayor parte de la variabilidad del stock monetario provocada por las perturbaciones asociadas a la demanda de saldos líquidos.

La puntualización que debe realizarse de forma inmediata es que estos resultados son condicionados al uso de un agregado monetario concreto y de unas restricciones de identificación específicas, condiciones de las que, en principio, pueden depender. Christiano y Eichenbaum (1991) ponen especial énfasis sobre esta cuestión, evidenciando, que cuando se pretende evaluar la incertidumbre existente en los datos acerca de la supuesta efectividad de la política monetaria enfrentando, a la vez, su endogenidad, las elecciones del agregado monetario y de las restricciones de identificación se convierten en elementos centrales del análisis, y, de hecho, inseparables la una de la otra, ya que la evolución de cada agregado monetario está influenciada por el comportamiento de distintos agentes económicos<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Recuérdese que el grado de interrelación era prácticamente inexistente en la versión calibrada en términos de bondad de ajuste.

<sup>32</sup> Considérense, por ejemplo, los Activos de Caja frente a ALP. Sin duda, la evolución de este último refleja, en parte, el comportamiento del sector privado no financiero, mientras que la de los Activos de Caja es probablemente reflejo casi exclusivo del comportamiento del sector bancario.



Nuestro modelo presenta, al menos, una dificultad potencial en este sentido, ya que combina el agregado ALP y el tipo de interés interbancario a un mes con restricciones de identificación que descansan en la idea usual de que el tipo de interés mide el coste de oportunidad de mantener activos monetarios. Que el tipo interbancario a un mes represente adecuadamente el coste de oportunidad asociado a la amplia gama de activos que incorpora ALP es una posibilidad, pero lo suficientemente cuestionable para justificar la exploración de modificaciones del bloque monetario del modelo.

En este sentido, se abren distintas posibilidades. Una primera sería la de sustituir el tipo de interés, introduciendo, por ejemplo, el rendimiento interno de la deuda pública, variable con la que Cabrero, Escrivá y Sastre (1992) obtienen resultados satisfactorios en su estimación de la demanda de ALP para el período 1978-89. Alternativamente, podríamos añadir a nuestra lista de variables un tipo de interés a largo plazo que asumiera el papel del tipo alternativo de ALP, dejando para el tipo interbancario a un mes el papel de instrumento de control monetario. Sebastián y Vallés (1992) realizan un ejercicio en esta dirección con un modelo de cinco variables (dinero, tipos de interés a corto y largo, producción y precios) y obtienen que la influencia de las variables monetarias (especialmente, la de ALP) sobre la producción tiende a reforzarse con respecto al modelo que excluye el tipo a largo. Estos mismos autores consideran, además, la posibilidad, también abierta en nuestro caso, de sustituir el agregado monetario, con el resultado de que la influencia de las variables monetarias sobre la producción y los precios tiende a reforzarse cuando el agregado utilizado es ALP, frente a agregados más estrechos como M2.

Sin embargo, como hemos argumentado en la sección 2, la sustitución del agregado monetario o del tipo de interés no es conveniente en nuestro caso, dado el papel desempeñado por el primero en la programación monetaria durante el periodo muestral analizado, y la necesidad de que el segundo sea cercano al tipo de intervención de la autoridad monetaria. Por otro lado, aumentar la dimensión de nuestro modelo mediante la incorporación de nuevas variables no es aconsejable, dada la escasa disponibilidad de grados de libertad. Nos queda así abierta una última posibilidad: explorar modificaciones de las restricciones de

identificación que no descansen en la hipótesis de asignar al tipo interbancario a un mes el papel de tipo alternativo de ALP.

El anejo 6 contiene las modificaciones consideradas. La diferencia entre ellas radica en el grado de respuesta contemporánea contemplado por parte de la cantidad de dinero y el tipo de interés a otras perturbaciones del sistema: a tipo de cambio, precios y output en el primero; a precios y output en el segundo; y ausencia de respuesta en el tercero. Sin embargo, las tres modificaciones comparten la característica de definir un bloque triangular, renunciando a la pretensión explícita de separar perturbaciones de oferta y demanda. Esta constituye la diferencia conceptual básica con el bloque monetario del esquema de identificación de referencia, y tiene la implicación de convertir a cualquiera de las dos perturbaciones del bloque en susceptibles de ser interpretadas como shocks de política monetaria.

El análisis de sensibilidad se realizó con el modelo irrestringido del bloque doméstico. El anejo 7 contiene las funciones de respuesta al impulso. Como puede observarse, en ninguno de los tres casos se modifican los resultados correspondientes al papel de las perturbaciones monetarias<sup>33</sup>. Así, si se opta por interpretar la del stock de dinero como la asociada a las actuaciones de la autoridad monetaria, puede hablarse de ciertos efectos reales de la política monetaria, reducidos en cualquier caso. Al no verse afectado el tipo de interés, sin embargo, queda sin identificar el posible canal de transmisión del shock.

---

<sup>33</sup> Respecto al resto del sistema, cabe destacar que los esquemas I y II reproducen el papel atribuido a las perturbaciones al déficit público y al output en el modelo irrestringido que incluye la variable mundial, además de presentar como novedad la reacción positiva inicial del tipo de interés ante shocks al nivel de precios. El esquema III, por su parte, registra como cambio más destacable un fuerte incremento en el corto plazo de la participación de las perturbaciones fiscales en la variabilidad del output.

## 7. CAPACIDAD PREDICTIVA EXTRAMUESTRAL

Este apartado evalúa la capacidad predictiva extramuestral de los modelos presentados en la sección anterior. El término "extramuestral" indica que la estimación de los coeficientes del modelo se realiza sin incorporar la información muestral del período empleado en la evaluación de predicciones.

El período considerado<sup>34</sup> para la evaluación comienza en el primer trimestre de 1989 y finaliza en el primer trimestre de 1993. Para realizarla, se estiman primero los diferentes modelos con la información muestral del período 1974:I - 1988:IV y, con los coeficientes obtenidos, se realizan predicciones para las diferentes variables del sistema con horizontes desde un trimestre a dos años. Posteriormente, se añaden las observaciones de 1989:I y se reestiman los coeficientes del modelo para obtener de nuevo predicciones desde un trimestre a dos años por delante. Este proceso de reestimación y predicción se repite hasta alcanzar el último trimestre considerado<sup>35</sup>. Puesto que nuestra atención se centra en las predicciones a un trimestre, un año y dos años, disponemos de 17, 14 y 10 observaciones, respectivamente, para juzgar la capacidad predictiva.

En el cuadro 5, se recoge el estadístico U de Theil. Este estadístico se define como el cociente entre la raíz del error cuadrático medio (RECM) del modelo considerado y el RECM correspondiente a un paseo aleatorio. Por tanto, si no existe error de predicción el estadístico toma un valor nulo, y, si la predicción es igual a la obtenida con un paseo aleatorio, el estadístico toma valor uno. Valores superiores a la unidad indican un comportamiento predictivo peor que el de un paseo aleatorio.

Del examen del cuadro 5 se pueden extraer las siguientes conclusiones:

---

<sup>34</sup> El uso de períodos de evaluación alternativos no modifica ninguno de los resultados que se presentan.

<sup>35</sup> La información a priori se mantiene inalterada en este proceso.

- (i) Los modelos calibrados en términos de verosimilitud y de predicción tienen una calidad predictiva superior a la de los modelos irrestringidos. Entre ambos, el modelo con mejores propiedades predictivas es el calibrado en términos de predicción.
- (ii) El modelo irrestringido de 8 variables parece marginalmente peor que el de 9 variables en el medio plazo.
- (iii) El grupo de variables formado por el tipo de interés, el tipo de cambio y la necesidad de financiación se predice considerablemente peor que el resto del sistema, y, en alguno de los plazos, incluso peor que con un paseo aleatorio.

En definitiva, y como cabía esperar, el análisis de la capacidad predictiva de los modelos propuestos conduce a considerar como modelo más adecuado para la realización de predicciones incondicionadas el modelo calibrado en términos de predicción.

Cuadro 5

## ESTADÍSTICOS U DE THEIL

	Horizonte temporal (trimestres)	Modelo calibrado en términos de verosimilitud	Modelo calibrado en términos de ECM a 4 trimestres	Modelo irrestringido con actividad mundial exógena	Modelo irrestringido del bloque doméstico	
ACTM	1	0,58	0,57	0,67	-	
	4	0,59	0,57	0,75	-	
	8	0,82	0,48	1,08	-	
TCEN	1	0,99	0,99	1,41	1,40	
	4	1,05	1,10	1,93	2,25	
	8	1,19	1,35	0,81	2,59	
ALP	1	0,34	0,33	0,47	0,43	
	4	0,30	0,22	0,29	0,22	
	8	0,29	0,12	0,39	0,27	
INT	1	1,03	1,03	5,80	5,54	
	4	0,99	1,01	3,15	3,11	
	8	0,91	0,98	3,12	4,84	
NCF	1	1,00	1,00	1,50	1,42	
	4	0,97	0,98	1,47	1,79	
	8	1,21	1,09	2,30	2,81	
RPA	1	0,28	0,27	0,38	0,36	
	4	0,18	0,12	0,42	0,47	
	8	0,18	0,10	0,48	0,58	
IPC	1	0,41	0,41	0,93	0,85	
	4	0,17	0,18	0,67	0,79	
	8	0,14	0,15	0,45	0,66	
PIB	1	0,42	0,33	0,53	0,51	
	4	0,56	0,38	0,99	0,86	
	8	0,79	0,30	1,25	1,24	
L	1	0,81	0,78	0,67	0,69	
	1	0,97	0,74	1,05	0,82	
	8	1,82	1,18	1,98	1,95	
Media del Sistema	1	0,65	0,63	1,37	1,46*	1,40
	4	0,64	0,58	1,19	1,24*	1,28
	8	0,81	0,63	1,31	1,33*	1,86

\* Media excluyendo la variable de actividad mundial.

## 8. CONCLUSIONES

Este documento contiene trabajo preliminar para la construcción de un modelo macroeconómico de tamaño reducido para la economía española que pueda servir de apoyo para la toma de decisiones de política económica. De los resultados presentados, la disyuntiva entre interrelación/interpretabilidad y bondad de ajuste es probablemente el aspecto más destacable.

Por una parte, los modelos irrestringidos estimados se caracterizan por contener claras interrelaciones de aceptable interpretación. Entre sus implicaciones, destacan las siguientes<sup>35</sup>:

- La participación de las perturbaciones monetarias en la variación de la actividad real (empleo y/o producción) es reducida, pero sólida ante los cambios de especificación e identificación considerados: las asociadas al stock de dinero llegan a alcanzar en media alrededor del 10% en algún punto del horizonte temporal analizado.
- La participación atribuida a las perturbaciones fiscales en la variabilidad del output a corto plazo, es alta y sólida<sup>36</sup>. Por el contrario, su papel en la variabilidad del empleo depende de la especificación e identificación del modelo.
- Las perturbaciones asociadas a los salarios y a la cantidad de dinero, especialmente las primeras, tienen una participación clara, persistente y sólida en la variabilidad del nivel de precios. Conjuntamente, llegan a alcanzar en torno al 40% en media para algún horizonte temporal.

---

<sup>35</sup> Estas implicaciones corresponden no solo a los modelos del texto principal, sino también a las identificaciones alternativas del bloque monetario.

<sup>36</sup> Obsérvese que en el modelo irrestringido del bloque doméstico la varianza correspondiente al quinto trimestre es del 10,3%, aunque la media en el primer año es, aproximadamente, del 30%.

- Excepto los shocks propios, ninguna perturbación del sistema mantiene con solidez una participación considerable en la variabilidad de los salarios.
- La participación de las perturbaciones asociadas al output en su propia variabilidad y en la del empleo es sólida, aunque su magnitud depende de la especificación y de la identificación elegidas, incrementándose en los modelos donde las perturbaciones fiscales reducen su participación en la actividad real.

Ninguna de estas características es compartida, sin embargo, por los modelos calibrados con el objetivo de optimizar la bondad de ajuste, objetivo que exige una fuerte reducción de la interrelación de las variables del sistema a cambio de mejoras sustanciales en la capacidad predictiva.

De este modo, aunque queda abierta la pregunta de hasta qué punto es realmente espuria la interrelación que suprime la calibración óptima, el modelo resultante constituye un instrumento de partida capaz de proporcionar predicciones útiles para la construcción del cuadro macroeconómico y cuantificaciones orientativas sobre los posibles efectos de medidas de política económica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, L.J. y Ballabriga, F.C. (1994): "BVAR models in the context of cointegration: a Monte Carlo experiment". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9405.
- Álvarez, L.J., Jareño, J. y Sebastián, M. (1993): "Salarios privados, salarios públicos e inflación dual". Papeles de Economía Española, 56, 58-77.
- Álvarez, L.J. y Sebastián, M. (1994): "La inflación latente en España: una perspectiva macroeconómica". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9521.
- Ayuso, J. y Escrivá, J.L. (1993): "La evolución del control monetario en España". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9325.
- Ballabriga, F.C. (1988): "Transmission mechanisms in an open economy: Spain 1969-1984". Tesis doctoral. Universidad de Minnesota.
- Ballabriga, F.C. (1991): "Instrumentación de la metodología VAR". Cuadernos Económicos de ICE, 48, 85-104.
- Ballabriga, F.C. y Sebastián, M. (1993): "Déficit público y tipos de interés en la economía española: ¿existe evidencia de causalidad?". Revista Española de Economía, 10, 283-306.
- Ballabriga, F.C., Sebastián, M. y Vallés, J. (1993): "Interdependence of EC economies: a VAR approach". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9314.
- Bernanke, B. (1986): "Alternative Explanations of the Money Income Correlation". Carnegie-Rochester Conference Series in Public Policy, 25, 49-100.



- Blanchard, O. y Watson, M. (1986): "Are Business Cycles All Alike?". Gordon, R. (ed.), The American Business Cycle, Chicago, University of Chicago Press.
- Buisán, A. y Gordo, E. (1994): "Funciones de importación y exportación de la economía española", Investigaciones Económicas, 18(1), 165-192.
- Cabrero, A., Escrivá, J.L. y Sastre, T. (1992): Ecuaciones de demanda para los nuevos agregados monetarios. Servicio de Estudios. Banco de España. Estudios Económicos, nº 52.
- Campillo, M. (1992): "Los tipos de interés y las sorpresas monetarias". Investigaciones Económicas, 16(2), 205-223.
- Campillo, M. y Jimeno, J.F. (1993): "La importancia relativa de los shocks agregados y de los shocks microeconómicos en las fluctuaciones de la economía española". Revista Española de Economía, 10(2).
- Cánova, F. (1992): "Vector autoregressive models: specification, estimation, inference and forecasting", manuscrito, Universidad de Brown. Manuscrito.
- Christiano, L.J. y Eichenbaum, M. (1991): "Identification and the liquidity effect of a monetary policy shock". NBER. Working Paper nº 3920.
- Cooley, T. y LeRoy, S. (1985): "Atheoretical Macroeconometrics: A Critique". Journal of Monetary Economics, 16, 283-308.
- Doan, T., Litterman, R. y Sims, C. (1984): "Forecasting and Conditional Projections Using Realist Prior Distributions". Econometric Reviews, 3(1), 1-100.
- Eichenbaum, M. (1992): Comments on "Interpreting the macroeconomic time series facts: the effects of monetary policy". European Economic Review, 36, 1001-1011.

- Estrada, A., Sastre, T. y Vega, J.L. (1994): "El mecanismo de transmisión de los tipos de interés: el caso español". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9408.
- García Perea, P. y Gómez, R. (1994): "Elaboración de series históricas de empleo a partir de la Encuesta de Población Activa (1964-1992)". Banco de España. Servicio de Estudios. Documento de trabajo nº 9409.
- Granger, C.W.J. y Newbold, P. (1986): "Forecasting Economic Time series". Academic Press.
- Hosking, J.R.M. (1980): "The Multivariate Portmanteau Statistic". Journal of the American Statistical Association, 75, 602-608.
- Litterman, R. (1980): "Techniques for Forecasting with Vector Autoregressions". Tesis doctoral. Universidad de Minnesota.
- Litterman, R. (1986): "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions - Five Years of Experience". Journal of Business and Economic Statistics, 4(1), 25-38.
- Pagan, A.R. (1987): "Three Econometric Methodologies: A Critical Appraisal". Journal of Economic Surveys, 1(1), 3-24.
- Park, J.Y. y Phillips, P.C.B. (1989): "Statistical inference in regressions with integrated processes. Part 2". Econometric Theory, 5, 95-131.
- Racette, D., Raynauld, J. y Sigouin, Ch. (1994): "An Up-to-date and Improved BVAR Model of the Canadian Economy". Bank of Canada. Working Paper 94-4.
- Sebastián, M. y Vallés, J. (1994): "Monetary policy transmission in Spain". Banco de España. Servicio de Estudios. Manuscrito.

- Sims, C. (1972): "Money, Income and Causality", American Economic Review, 62(1), 540-553.
- Sims, C. (1980): "Macroeconomics and Reality". Econometrica, 48(1), 1-48.
- Sims, C. (1986a): "Bayesmith: a program for multivariate Bayesian interpolation", Center for Economic Research. University of Minnesota. Discussion Paper nº 234.
- Sims, C. (1986b): "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis". Quarterly Review, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 10, 2-16.
- Sims, C. (1988): "Identifying Policy Effects". Bryant, R., Henderson, D., Holtman, G., Hooper, P. y Symansky, A. (eds.) Empirical Macroeconomics for Interdependent Economies. Washington D.C. The Bookings Institution. 305-321.
- Sims, C. (1989): "A Nine Variable Probabilistic Model of the US Economy". Institute for Empirical Macroeconomics, Federal Reserve of Minneapolis. Discussion Paper 14.
- Sims, C. (1991): Comment on "To criticize the critics" by Peter C.B. Phillips. Journal of Applied Econometrics, 6, 423-34.
- Sims, C. (1992): "Interpreting the macroeconomics time series facts". European Economy Review, 36, 973-1011.
- Sims, C., Stock, J. y Watson, M. (1990): "Inference in Linear Time Series Models with Some Unit Roots". Econometrica, 58, 113-144.
- Tiao, G.C. y Box, G.E.P. (1981): "Modeling Multiple Time Series with Applications". Journal of the American Statistical Association, 76, 802-816.

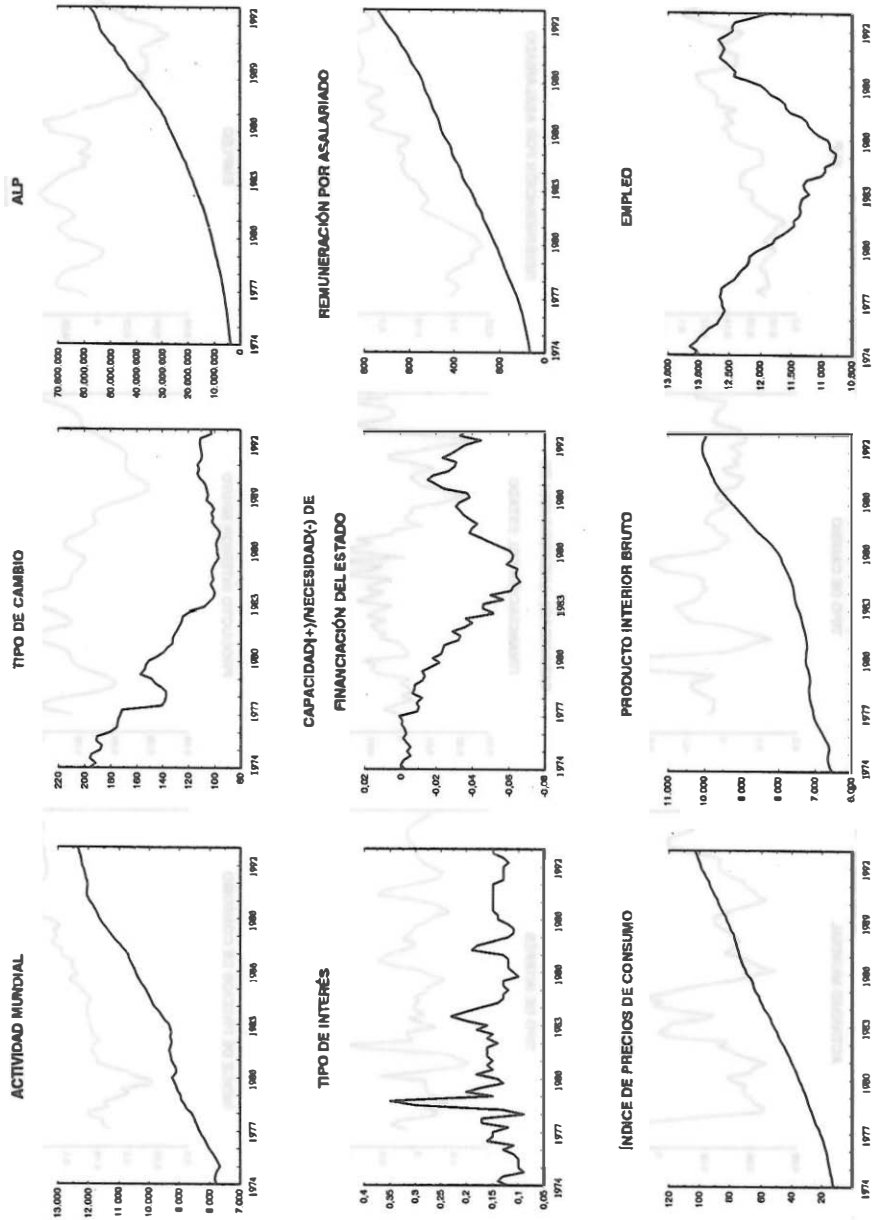
## ANEJO 1. FUENTES ESTADÍSTICAS

- 1) **ACTIVIDAD MUNDIAL (ACTM):**
  - Serie: PIB a precios constantes de los países de la OCDE. Base 1990. Serie ajustada de estacionalidad.
  - Fuente: OCDE.
  
- 2) **TIPO DE CAMBIO (TCEN):**
  - Serie: Tipo de cambio efectivo nominal frente a países desarrollados. Índice 1985 = 100. Media de datos mensuales.
  - Fuente: Banco de España.
  
- 3) **DÉFICIT PÚBLICO (NCF):**
  - Serie: Financiación neta del Estado (ingresos menos gastos). Suma acumulada de datos mensuales. Miles de millones de ptas. Serie transformada mediante medias móviles no centradas de cuatro términos, expresada en términos del PIB nominal.
  - Fuente: Banco de España.
  
- 4) **TIPO DE INTERÉS (INT):**
  - Serie: Tipo de interés a un mes en el mercado interbancario. Media de datos mensuales.
  - Fuente: Banco de España.
  
- 5) **CANTIDAD DE DINERO (ALP):**
  - Serie: Activos líquidos en manos del público. Media de datos mensuales. Millones de pesetas.
  - Fuente: Banco de España.
  
- 6) **PRECIOS (IPC):**
  - Serie: Índice de Precios al Consumo. Índice 1992 = 100. Media de datos mensuales.
  - Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

- 7) SALARIOS (RPA):  
Serie: Remuneración por asalariado según Contabilidad Nacional. Miles de pesetas.  
Fuente: Banco de España.
- 8) NIVEL DE ACTIVIDAD (PIB):  
Serie: Producto Interior Bruto a precios constantes. Base 1986. Miles de millones de pesetas.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística.
- 9) OCUPACIÓN (L):  
Serie: Población ocupada según EPA. Miles de personas.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y García Perea y Gómez(1994).

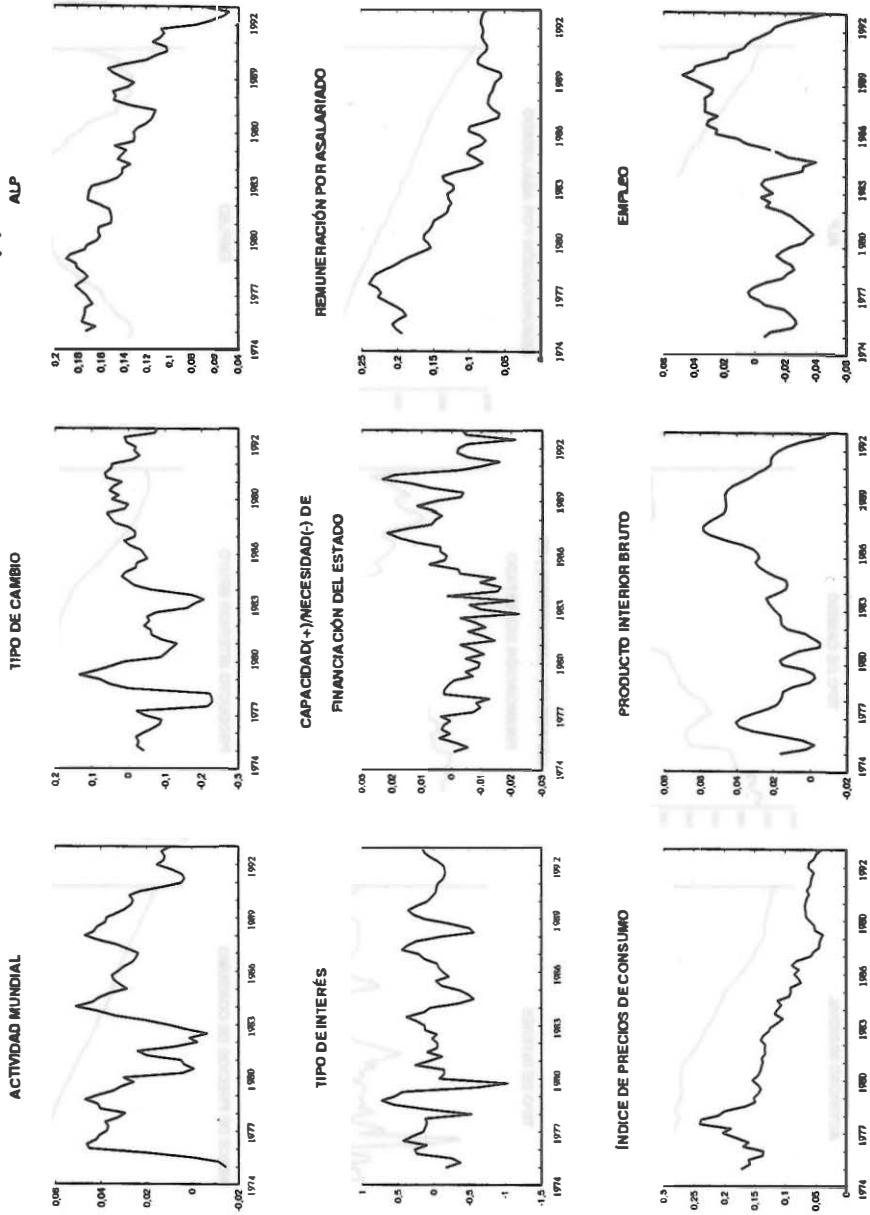
**ANEJO 2. GRÁFICOS DE LAS SERIES UTILIZADAS EN EL MODELO**

**SERIES UTILIZADAS EN EL MODELO. NIVELES.**



**Gráfico A.1**

**SERIES UTILIZADAS EN EL MODELO. TASAS INTERANUALES(\*)**



(\*) Las variables tipo de interés y capacidad de financiación se presentan en variaciones interanuales.

**Gráfico A.2**

### ANEJO 3. ESTADÍSTICOS DE CORRELACIÓN RESIDUAL\*

	Modelo calibrado en términos de verosimilitud	Modelo calibrado en términos de ECM a 4 períodos	Modelo irrestringido con actividad mundial exógena	Modelo irrestringido del bloque doméstico
ACTM	3,30	2,54	0,59	-
TCEN	0,21	0,18	10,15	9,65
ALP	4,44	4,64	5,00	3,72
INT	1,23	1,57	3,31	3,50
NCF	5,44	4,38	8,26	7,66
RPA	1,28	1,92	2,10	7,69
IPC	1,57	3,32	1,24	2,18
PIB	1,61	2,31	13,40	12,26
L	2,99	3,03	3,04	3,09
Modelo	288,3	294,2	289,05	204,33

\* Para cada una de las ecuaciones, se emplea el estadístico de Ljung-Box. Para el conjunto del sistema, se utiliza el estadístico propuesto por Hosking (Hosking, 1980).



#### ANEJO 4. MATRICES DE CORRELACIÓN RESIDUAL CONTEMPORÁNEA.

A) Modelo calibrado en términos de verosimilitud.

	ACTM	TCEN	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
ACTM	1.00								
TCEN	-0.04	1.00							
ALP	-0.02	0.01	1.00						
INT	0.16	-0.04	0.03	1.00					
NCF	0.03	-0.04	-0.10	0.09	1.00				
RPA	-0.09	-0.22	-0.08	0.18	-0.03	1.00			
IPC	0.03	-0.32	-0.01	-0.04	-0.01	0.17	1.00		
PIB	0.11	0.04	0.11	0.07	0.18	-0.03	-0.00	1.00	
L	0.03	0.07	0.06	0.09	-0.04	-0.01	-0.01	0.36	1.00

B) Modelo calibrado en términos de ECM a 4 períodos

	ACTM	TCEN	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
ACTM	1.00								
TCEN	0.09	1.00							
ALP	0.18	0.01	1.00						
INT	0.14	-0.04	0.02	1.00					
NCF	0.03	-0.05	-0.10	0.08	1.00				
RPA	-0.01	-0.24	-0.00	0.15	-0.06	1.00			
IPC	0.08	-0.35	-0.00	-0.03	-0.01	0.26	1.00		
PIB	0.15	0.11	0.21	0.10	0.20	-0.14	-0.05	1.00	
L	0.02	0.10	0.05	0.10	-0.04	-0.09	-0.03	0.36	1.00

C) Modelo irrestringido con actividad exógena.

	ACTM	TCEN	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
ACTM	1.00								
TCEN	-0.10	1.00							
ALP	-0.05	-0.11	1.00						
INT	0.14	-0.04	0.02	1.00					
NCF	-0.04	-0.09	-0.08	0.21	1.00				
RPA	0.12	-0.13	-0.21	0.50	0.16	1.00			
IPC	0.03	-0.46	0.01	-0.01	-0.23	0.42	1.00		
PIB	0.17	0.12	0.09	0.08	0.28	-0.00	-0.21	1.00	
L	0.16	-0.06	0.01	0.23	-0.08	0.14	-0.00	0.21	1.00

D) Modelo irrestringido del bloque doméstico.

	TCEN	ALP	INT	NCF	RPA	IPC	PIB	L
TCEN	1.00							
ALP	-0.15	1.00						
INT	-0.20	0.05	1.00					
NCF	0.11	-0.12	0.09	1.00				
RPA	-0.26	-0.17	0.55	0.04	1.00			
IPC	-0.42	0.05	0.05	-0.27	0.41	1.00		
PIB	0.16	0.06	0.05	0.30	-0.02	-0.24	1.00	
L	0.12	-0.01	0.20	-0.02	0.05	0.01	0.22	1.00

## ANEJO 5. ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN

ACTIVIDAD  
MUNDIAL

$$\epsilon_{ACTM} = V_{ACTM}$$

TIPO DE  
CAMBIO

$$\epsilon_{TCEN} = C_{21}\epsilon_{ACTM} + C_{24}\epsilon_{INT} + C_{28}\epsilon_{PIB} + V_{TCEN}$$

MERCADO  
MONETARIO

$$\epsilon_{ALP} = C_{37}\epsilon_{IPC} + C_{34}\epsilon_{INT} + C_{38}\epsilon_{PIB} + V_{ALP}$$

$$\epsilon_{INT} = C_{24}\epsilon_{TCEN} + C_{43}\epsilon_{ALP} + V_{INT}$$

SECTOR  
FISCAL

$$\epsilon_{NCF} = C_{57}\epsilon_{IPC} + C_{58}\epsilon_{PIB} + V_{NCF}$$

SECTOR  
INTERIOR

$$\epsilon_{RPA} = C_{61}\epsilon_{ACTM} + C_{62}\epsilon_{TCEN} + C_{64}\epsilon_{INT} + C_{65}\epsilon_{NCF} + V_{RPA}$$

$$\epsilon_{IPC} = C_{71}\epsilon_{ACTM} + C_{72}\epsilon_{TCEN} + C_{74}\epsilon_{INT} + C_{75}\epsilon_{NCF} + C_{76}\epsilon_{RPA} + V_{IPC}$$

$$\epsilon_{PIB} = C_{81}\epsilon_{ACTM} + C_{82}\epsilon_{TCEN} + C_{84}\epsilon_{INT} + C_{85}\epsilon_{NCF} + C_{86}\epsilon_{RPA} + C_{87}\epsilon_{IPC} + V_{PIB}$$

$$\epsilon_L = C_{91}\epsilon_{ACTM} + C_{92}\epsilon_{TCEN} + C_{94}\epsilon_{INT} + C_{95}\epsilon_{NCF} + C_{96}\epsilon_{RPA} + C_{97}\epsilon_{IPC} + C_{98}\epsilon_{PIB} + V_L$$

NOTA:  $c_{ij} = -a_{ij}$ , siendo  $a_{ij}$  el elemento  $ij$  de A.

## ANEJO 6. IDENTIFICACIONES ALTERNATIVAS DEL BLOQUE MONETARIO

$$I \quad \epsilon_{ALP} = C_{32}\epsilon_{TCEN} + C_{34}\epsilon_{INT} + C_{37}\epsilon_{IPC} + C_{38}\epsilon_{PIB} + V_{INT}$$

$$\epsilon_{INT} = C_{42}\epsilon_{TCEN} + C_{34}\epsilon_{INT} + C_{37}\epsilon_{IPC} + C_{38}\epsilon_{PIB} + V_{INT}$$

$$II \quad \epsilon_{ALP} = C_{34}\epsilon_{INT} + C_{37}\epsilon_{IPC} + C_{38}\epsilon_{PIB} + V_{ALP}$$

$$\epsilon_{INT} = C_{47}\epsilon_{IPC} + C_{48}\epsilon_{PIB} + V_{INT}$$

$$III \quad \epsilon_{ALP} = C_{34}\epsilon_{INT} + V_{ALP}$$

$$\epsilon_{INT} = V_{INT}$$

**ANEJO 7. FUNCIONES DE RESPUESTA AL  
IMPULSO DE LOS ESQUEMAS DE IDENTIFICACIÓN  
ALTERNATIVOS DEL BLOQUE MONETARIO.**

**Gráfico A.3**



**FUNCIÓN DE RESPUESTA AL IMPULSO  
 MODELO IRRESTRINGIDO DEL BLOQUE DOMÉSTICO  
 ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVO II**

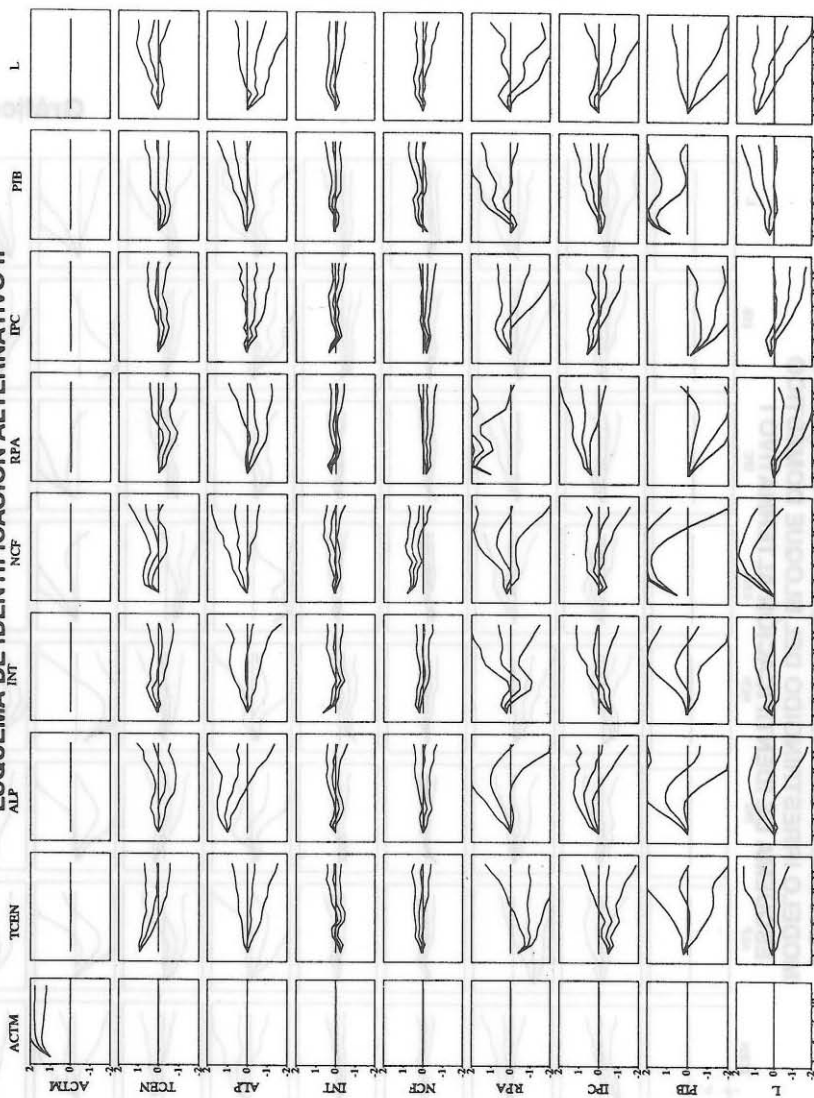
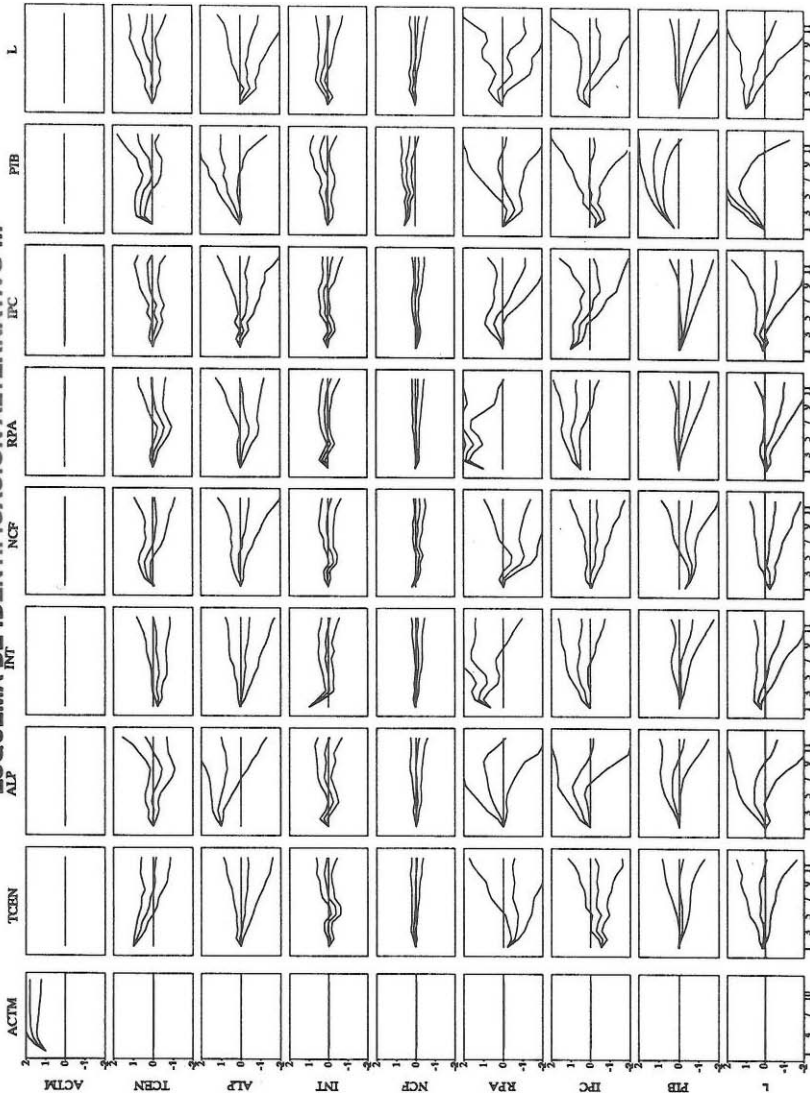


Gráfico A.4  
 IMPULSO DE LOS ESQUEMAS DE IDENTIFICACIÓN  
 ALTERNATIVOS DEL BLOQUE MONETARIO

Gráfico A.5

**FUNCIÓN DE RESPUESTA AL IMPULSO  
 MODELO IRRESTRINGIDO DEL BLOQUE DOMÉSTICO  
 ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVO III**





## DOCUMENTOS DE TRABAJO (1)

- 9406 **Juan José Dolado, José Manuel González-Páramo y José M.ª Roldán:** Convergencia económica entre las provincias españolas: evidencia empírica (1955-1989).
- 9407 **Ángel Estrada e Ignacio Hernando:** La inversión en España: un análisis desde el lado de la oferta.
- 9408 **Ángel Estrada García, M.ª Teresa Sastre de Miguel y Juan Luis Vega Croissier:** El mecanismo de transmisión de los tipos de interés: el caso español.
- 9409 **Pilar García Perea y Ramón Gómez:** Elaboración de series históricas de empleo a partir de la Encuesta de Población Activa (1964-1992).
- 9410 **F. J. Sáez Pérez de la Torre, J. M.ª Sánchez Sáez y M.ª T. Sastre de Miguel:** Los mercados de operaciones bancarias en España: especialización productiva y competencia.
- 9411 **Olympia Bover and Ángel Estrada:** Durable consumption and house purchases: Evidence from Spanish panel data.
- 9412 **José Viñals:** La construcción de la Unión Monetaria Europea: ¿resulta beneficiosa, en dónde estamos y hacia dónde vamos? (Publicada una edición en inglés con el mismo número.)
- 9413 **Carlos Chuliá:** Los sistemas financieros nacionales y el espacio financiero europeo.
- 9414 **José Luis Escrivá y Andrew G. Haldane:** El mecanismo de transmisión de los tipos de interés en España: estimación basada en desagregaciones sectoriales. (Publicada una edición en inglés con el mismo número.)
- 9415 **M.ª de los Llanos Matea y Ana Valentina Regil:** Métodos para la extracción de señales y para la trimestralización. Una aplicación: Trimestralización del deflactor del consumo privado nacional.
- 9416 **José Antonio Cuenca:** Variables para el estudio del sector monetario. Agregados monetarios y crediticios, y tipos de interés sintéticos.
- 9417 **Ángel Estrada y David López-Salido:** La relación entre el consumo y la renta en España: un modelo empírico con datos agregados.
- 9418 **José M. González Mínguez:** Una aplicación de los indicadores de discrecionalidad de la política fiscal a los países de la UE.
- 9419 **Juan Ayuso, María Pérez Jurado y Fernando Restoy:** ¿Se ha incrementado el riesgo cambiario en el SME tras la ampliación de bandas? (Publicada una edición en inglés con el mismo número.)
- 9420 **Simon Milner and David Metcalf:** Spanish pay setting institutions and performance outcomes.
- 9421 **Javier Santillán:** El SME, los mercados de divisas y la transición hacia la Unión Monetaria.
- 9422 **Juan Luis Vega:** ¿Es estable la función de demanda a largo plazo de ALP? (Publicada una edición en inglés con el mismo número.)
- 9423 **Gabriel Quirós:** El mercado italiano de deuda pública.
- 9424 **Isabel Argimón, José Manuel González-Páramo y José María Roldán:** Inversión privada, gasto público y efecto expulsión: evidencia para el caso español.
- 9425 **Charles Goodhart and José Viñals:** Strategy and tactics of monetary policy: Examples from Europe and the Antipodes.
- 9426 **Carmen Melcón:** Estrategias de política monetaria basadas en el seguimiento directo de objetivos de inflación. Las experiencias de Nueva Zelanda, Canadá, Reino Unido y Suecia.
- 9427 **Olympia Bover and Manuel Arellano:** Female labour force participation in the 1980s: the case of Spain.
- 9428 **Juan María Peñalosa:** The Spanish catching-up process: General determinants and contribution of the manufacturing industry.
- 9429 **Susana Núñez:** Perspectivas de los sistemas de pagos: una reflexión crítica.
- 9430 **José Viñals:** ¿Es posible la convergencia en España?: En busca del tiempo perdido.



## DOCUMENTOS DE TRABAJO (1)

- 9501 **Jorge Blázquez y Miguel Sebastián:** Capital público y restricción presupuestaria gubernamental.
- 9502 **Ana Buisán:** Principales determinantes de los ingresos por turismo.
- 9503 **Ana Buisán y Esther Gordo:** La protección nominal como factor determinante de las importaciones de bienes.
- 9504 **Ricardo Mestre:** A macroeconomic evaluation of the Spanish monetary policy transmission mechanism.
- 9505 **Fernando Restoy and Ana Revenga:** Optimal exchange rate flexibility in an economy with intersectoral rigidities and nontraded goods.
- 9506 **Ángel Estrada y Javier Vallés:** Inversión y costes financieros: evidencia en España con datos de panel. (Publicada una edición en inglés con el mismo número.)
- 9507 **Francisco Alonso:** La modelización de la volatilidad del mercado bursátil español.
- 9508 **Francisco Alonso y Fernando Restoy:** La remuneración de la volatilidad en el mercado español de renta variable.
- 9509 **Fernando C. Ballabriga, Miguel Sebastián y Javier Vallés:** España en Europa: asimetrías reales y nominales.
- 9510 **Juan Carlos Casado, Juan Alberto Campoy y Carlos Chuliá:** La regulación financiera española desde la adhesión a la Unión Europea.
- 9511 **Juan Luis Díaz del Hoyo y A. Javier Prado Domínguez:** Los FRAs como guías de las expectativas del mercado sobre tipos de interés.
- 9512 **José M.ª Sánchez Sáez y Teresa Sastre de Miguel:** ¿Es el tamaño un factor explicativo de las diferencias entre entidades bancarias?
- 9513 **Juan Ayuso y Soledad Núñez:** ¿Desestabilizan los activos derivados el mercado al contado?: La experiencia española en el mercado de deuda pública.
- 9514 **M.ª Cruz Manzano Frías y M.ª Teresa Sastre de Miguel:** Factores relevantes en la determinación del margen de explotación de bancos y cajas de ahorros.
- 9515 **Fernando Restoy and Philippe Weil:** Approximate equilibrium asset prices.
- 9516 **Gabriel Quirós:** El mercado francés de deuda pública.
- 9517 **Ana L. Revenga and Samuel Bentolila:** What affects the employment rate intensity of growth?
- 9518 **Ignacio Iglesias Araúzo y Jaime Esteban Velasco:** Repos y operaciones simultáneas: estudio de la normativa.
- 9519 **Ignacio Fuentes:** Las instituciones bancarias españolas y el Mercado Único.
- 9520 **Ignacio Hernando:** Política monetaria y estructura financiera de las empresas.
- 9521 **Luis Julián Álvarez y Miguel Sebastián:** La inflación latente en España: una perspectiva macroeconómica.
- 9522 **Soledad Núñez Ramos:** Estimación de la estructura temporal de los tipos de interés en España: elección entre métodos alternativos.
- 9523 **Isabel Argimón, José M. González-Páramo y José M.ª Roldán Alegre:** Does public spending crowd out private investment? Evidence from a panel of 14 OECD countries.
- 9524 **Luis Julián Álvarez, Fernando C. Ballabriga y Javier Jareño:** Un modelo macroeconómico trimestral para la economía española.

(1) Los Documentos de Trabajo anteriores figuran en el catálogo de publicaciones del Banco de España.

**Información:** Banco de España  
Sección de Publicaciones. Negociado de Distribución y Gestión  
Teléfono: 338 51 80  
Alcalá, 50. 28014 Madrid