

Ángel Cuevas\*  
Enrique M. Quilis\*

## PREDICCIÓN EN TIEMPO REAL DEL PRODUCTO INTERIOR BRUTO DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Se presenta un modelo econométrico orientado a la predicción del crecimiento del producto interior bruto a corto plazo, basado en la utilización de un amplio conjunto de indicadores de actividad y empleo. Estas predicciones son actualizadas de forma continua, proporcionando una señal fiable y rápida del estado de la coyuntura de la economía española. Este modelo también permite un seguimiento específico de los indicadores individuales y proporciona una síntesis mensual de los mismos, susceptible de interpretación autónoma como medida de posición cíclica.

**Palabras clave:** análisis de coyuntura, economía española, producto interior bruto, modelo factorial dinámico, función de transferencia, predicción.

**Clasificación JEL:** C22, C53, C82, E27, E32.

### 1. Introducción

Durante los últimos años una buena parte de las economías desarrolladas ha experimentado una grave recesión, caracterizada por bruscos e intensos descensos en los niveles de producción, consumo, inversión y empleo en un entorno de fuertes desequilibrios financieros y elevada incertidumbre. Este entorno ha hecho imprescindible el análisis de la información coyuntural de una manera oportuna y precisa, facilitando la toma de decisiones y la evaluación de las políticas económicas necesarias para salir de la crisis. En este sentido, el retraso con el que se dispone de los datos macroeconómicos más relevantes, como puede ser la estimación del crecimiento del producto interior bruto (PIB) que proporciona la Contabilidad

Nacional Trimestral (CNTR), impone un retraso de reconocimiento y, por tanto, una pérdida de eficacia en el proceso de toma de decisiones y respuesta por parte de la política económica.

Con el objetivo de superar esta limitación surgen diversos trabajos orientados al diseño de indicadores coincidentes mediante técnicas de análisis factorial dinámico, con el fin de reflejar en tiempo real el estado del ciclo económico desde una perspectiva de muy corto plazo. Entre ellos se puede destacar a Stock y Watson (1992, 2002), Evans *et al.* (2002), Giannone *et al.* (2008), Angelini *et al.* (2008), Aruoba *et al.* (2009) y Camacho y Pérez-Quirós (2009a, 2009b).

El planteamiento de este trabajo combina el análisis factorial dinámico con el uso de una función de transferencia, especificada según una metodología sistemática que evita el recurso a ecuaciones especificadas de forma *ad hoc*. El factor común subyacente a los indicadores de coyuntura se estima mediante el filtro de Kalman. Este ▷

\* Dirección General de Análisis Macroeconómico y Economía Internacional. Ministerio de Economía y Hacienda.

Las opiniones presentadas corresponden a los autores y no coinciden de forma necesaria con las del Ministerio de Economía y Hacienda. Agradecemos a J.M. Ramos su colaboración.

tipo de filtro también permite resolver el problema que plantea el uso de paneles de datos no equilibrados, esto es, bases de datos cuyos elementos no comienzan o terminan todos en la misma fecha. El uso de todos los datos disponibles, especialmente los que están disponibles con mayor prontitud, es uno de los grandes atractivos de esta metodología.

Por otra parte, la función de transferencia relaciona de una manera simple y consistente el factor común y el PIB, permitiendo elaborar una estimación contemporánea del PIB en tiempo real, así como proporcionar intervalos de confianza para dichas estimaciones.

Esta separación en dos etapas (estimación del factor común y predicción del PIB mediante una función de transferencia) proporciona una cobertura frente a los cambios idiosincrásicos del PIB (por ejemplo, revisiones) que pueden distorsionar la relación histórica entre los indicadores y los agregados macroeconómicos estimados por la CNTR. Además, el uso de este enfoque también tiene su raíz en el hecho de que las características técnicas de la compilación del PIB (índices de volumen encadenados, ajuste estacional, desagregación temporal y conciliación) son muy diferen-

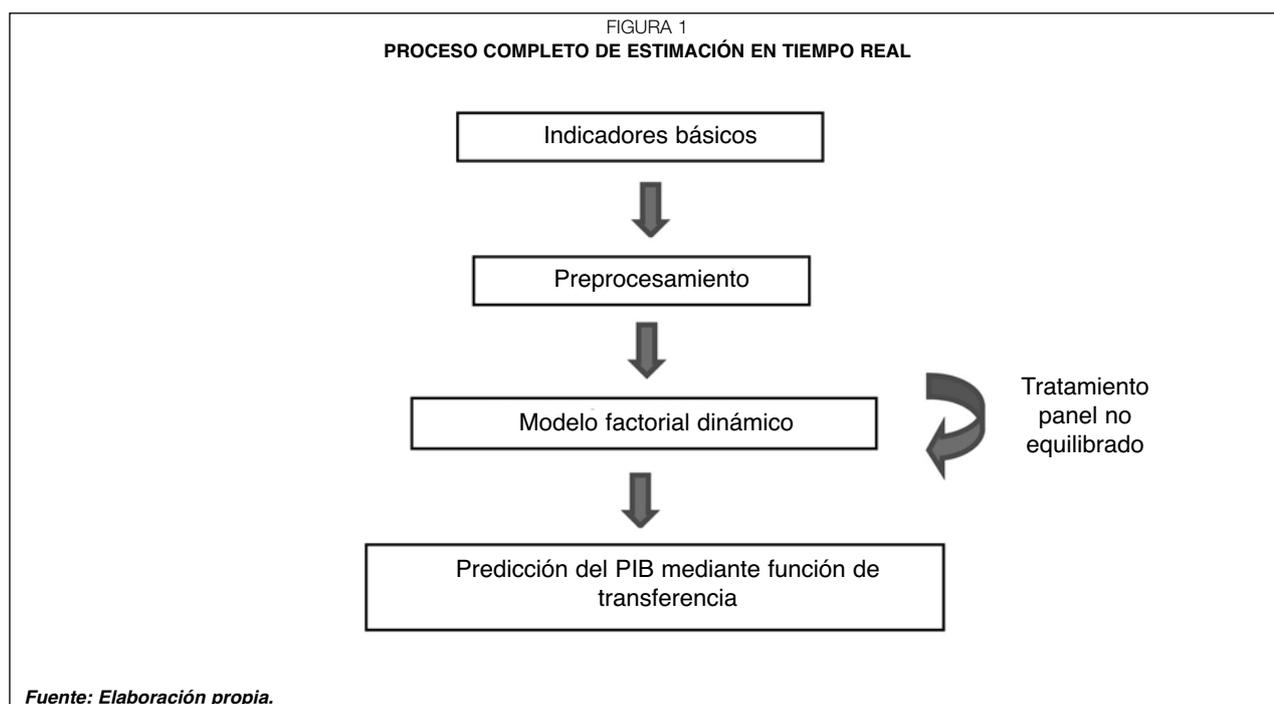
tes de las prácticas habituales de elaboración de los indicadores de corto plazo, véase Abad *et al.* (2009) para una exposición detallada.

En nuestra aplicación, se ha seleccionado un conjunto amplio de 31 indicadores mensuales de la economía española. El tamaño del modelo se sitúa en un punto intermedio en relación a los trabajos antes citados, permitiendo, por un lado, un tratamiento computacionalmente manejable y, por otro, reducir notablemente el riesgo que la presencia de elementos idiosincrásicos pudieran tener en la estimación del factor.

La estructura del artículo es la siguiente. En el segundo apartado se expone brevemente la metodología empleada. En el tercer apartado se presentan los indicadores elementales utilizados y su tratamiento estadístico preliminar. Finalmente, los resultados de la predicción en tiempo real del PIB aparecen en el apartado cuarto.

## 2. Modelo econométrico

En este apartado se presenta el esquema metodológico empleado. Una exposición detallada se ▷



encuentra en Cuevas y Quilis (2010). El núcleo principal del modelo es la estimación de un factor común dinámico subyacente a un conjunto de indicadores mensuales representativos de la evolución coyuntural de la economía española. De esta forma, el factor común recogerá de forma parsimoniosa las interacciones dinámicas de los indicadores.

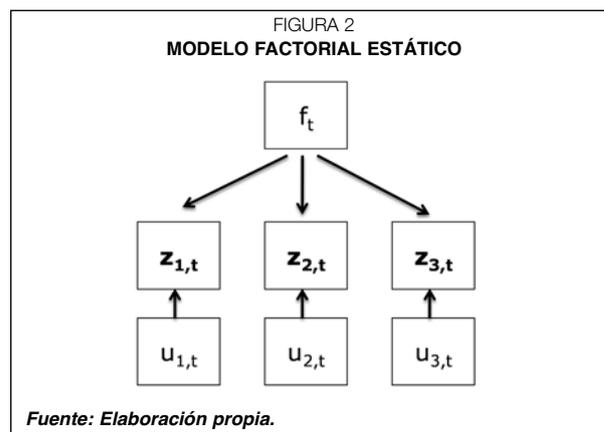
El factor estimado se considera como un índice sintético que es relacionado con la variable macroeconómica de interés, en este caso el PIB<sup>1</sup>, a través de una función de transferencia. El conjunto de información sobre el que se implementa el procedimiento es de tipo «no equilibrado», es decir, indicadores cuya muestra no se solapa de forma necesaria. La Figura 1 muestra de forma esquemática el proceso completo.

Cuando se observa un conjunto (o vector) de series temporales aparece, a primera vista, un amasijo de relaciones entre todas ellas difícil de interpretar, especialmente en lo que concierne a los aspectos dinámicos.

La idea esencial del análisis factorial es que esas relaciones tan numerosas y dispares son el resultado de una estructura latente más simple, en la que un reducido número de variables inobservables afectan a las series observadas. Estas variables se llaman factores comunes o, simplemente, factores y se suele asumir que cada uno de ellos es independiente de los demás, de manera que la explicación de las variables descansa en fuentes autónomas (ortogonales) de variación.

Naturalmente, esta representación es una aproximación, de modo que los factores no explican toda la variabilidad de las series observadas. El elemento residual se denomina factor específico o factor idiosincrásico. Estos elementos se presumen independientes tanto respecto a los factores comunes como entre sí. De esta forma, si denotamos por  $z_{i,t}$  la señal de crecimiento del indicador  $i$ -ésimo en la observación  $t$ , por  $f_t$  el valor del factor común (inobservable) en el periodo  $t$  y por  $u_{i,t}$  el elemento específico o idiosincrásico que recoge la variabilidad de la señal

<sup>1</sup> Exactamente, el PIB trimestral en volumen, índice encadenado con referencia 2000, corregido de estacionalidad y efectos de calendario.



de crecimiento del indicador  $i$ -ésimo que no ha sido explicada por el factor común del modelo, el esquema básico del modelo factorial estático se puede representar como en la Figura 2.

La aplicación del modelo factorial, representado en la Figura 2 a datos de series temporales, requiere especificar la dinámica tanto del factor común como de los componentes específicos. Esta necesidad lleva a ampliar el esquema previo, tal y como se aprecia en la Figura 3. El modelo representado puede ser formulado de manera matricial de la forma siguiente:

$$Z_t = Lf_t + U_t \quad [1]$$

Siendo:

$Z_t$ : vector que recoge las observaciones efectuadas el mes  $t$  sobre  $k$  indicadores.

$f_t$ : factor común inobservable que caracteriza la dinámica conjunta de los indicadores.

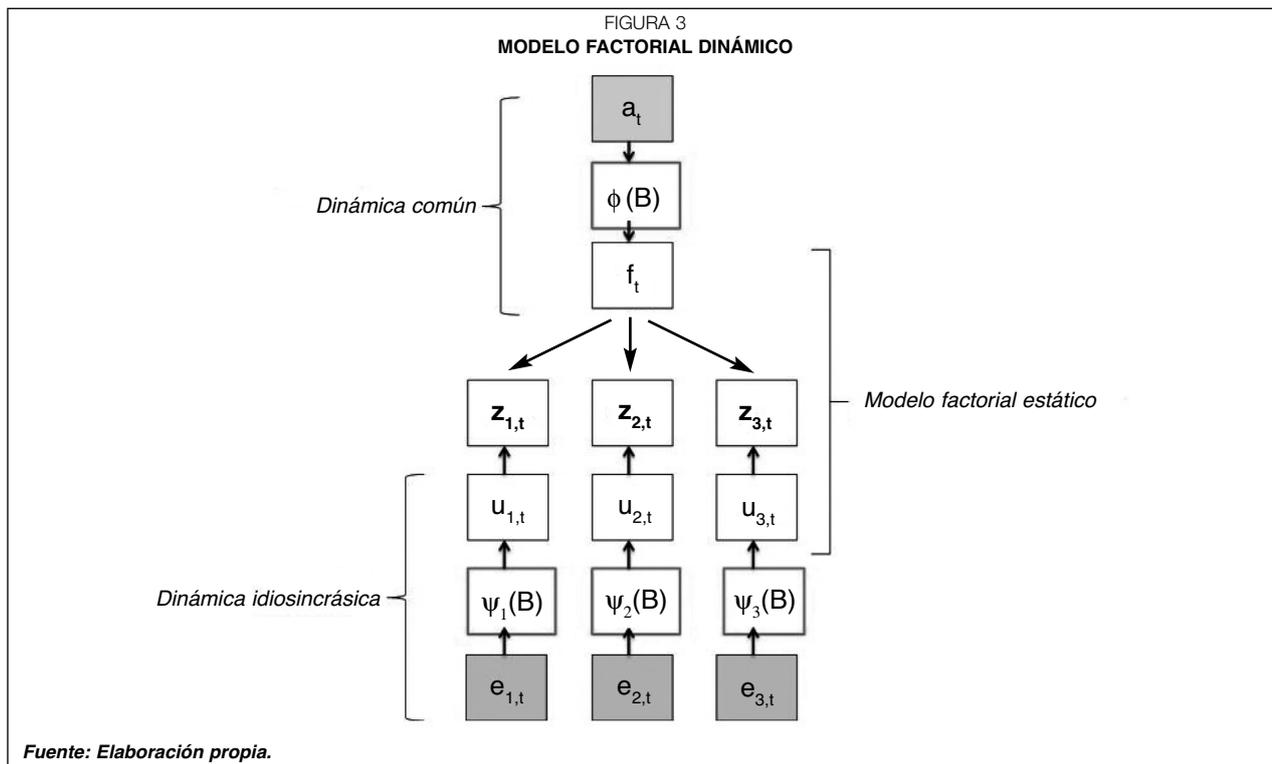
$L$ : matriz de cargas de dimensión  $k \times 1$  que relaciona el factor común con las series observadas.

$U_t$ : vector que recoge los elementos específicos de cada indicador.

La dinámica, tanto del factor común como de los términos específicos, se representa mediante un modelo VAR no acoplado:

$$\begin{bmatrix} \Phi_f(B) & 0 \\ 0 & \Phi_U(B) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_t \\ U_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_t \\ e_t \end{bmatrix} \quad [2]$$

Finalmente, las innovaciones  $a_t$  y  $e_t$  son del tipo ruido blanco gaussiano, asumiéndose contemporáneamente incorrelacionadas. ▷



De esta manera, el modelo [1]-[2] recoge tanto los aspectos estáticos como los dinámicos. Su estimación completa puede hacerse definiéndolo en el espacio de los estados y aplicando el filtro de Kalman. Asimismo, este proceso de filtrado ofrece una forma de utilizar al máximo toda la información disponible, ya que proporciona estimaciones de las observaciones finales ausentes de los indicadores de publicación más retrasada, así como de las iniciales para aquellos de nuevo diseño disponibles sólo desde fechas más recientes, equilibrando de esta forma el panel de datos.

Una vez que se ha completado el proceso de estimación del modelo factorial dinámico y teniendo en cuenta la naturaleza básica de los indicadores como tasas de crecimiento intermensual (tipificadas), se deriva su contrapartida trimestral mediante agregación temporal (Mariano y Murasawa, 2003).

Se considera que la relación dinámica en la frecuencia trimestral entre el factor común y el PIB puede ser articulada a partir de la siguiente función de transferencia lineal:

$$y_T = c + V(B)f_T + n_T \quad [3]$$

Siendo:

$y_T$ : tasa intertrimestral de crecimiento del PIB.

$f_T$ : factor común dinámico, agregado temporalmente según la fórmula de Mariano-Murasawa.

$n_T$ : perturbación estocástica que sigue un proceso ARMA(p,q) estacionario e invertible.

El término independiente  $c$  está relacionado con el nivel medio de crecimiento de  $y_T$  y  $V(B)$  es el filtro que transfiere la información contenida en  $f_T$  a los valores presentes y futuros de  $y_T$ .

La ecuación [3] sirve de base para generar las predicciones del crecimiento del PIB y los correspondientes intervalos de confianza. Asimismo, permite evaluar el impacto de las revisiones de los datos sobre las previsiones y, mediante *shocks* sobre el término  $n_T$ , generar escenarios alternativos de crecimiento.

### 3. Selección de indicadores y sus transformaciones

La selección de los indicadores se ha realizado bajo la condición de que los mismos deben estar  $\triangleright$

CUADRO 1  
RELACIÓN DE INDICADORES ELEMENTALES

	Código	Fecha inicio	Unidad
<b>Producción doméstica</b>			
Tráfico aéreo total. Pasajeros (AENA) .....	AER	1990 01	unidades
Consumo aparente de cemento (OFICEMEN).....	CEMN	1990 01	miles de toneladas
Disponibilidades de bienes de consumo (SGACPE) .....	DISPOCONS	2000 01	índice de volumen
Disponibilidades de bienes de equipo (SGACPE) .....	DISPOEQ	2000 01	índice de volumen
Consumo energía eléctrica (REE).....	ELE	1990 01	millones kw/h
Entrada de turistas (IET) .....	ENT	1995 01	miles de personas
Consumo de gasolina y gasóleo A.....	GASOL	1990 01	miles de Tm
Índice de cifra de negocios en la industria (INE) .....	ICNI	2002 01	índice de valor deflactado
Índice de cifra de negocios del sector servicios (INE) .....	ICNSS	2002 01	índice de valor deflactado
Índice de entrada de pedidos en la industria (INE) .....	IEPI	2002 01	índice de valor deflactado
Índice de producción industrial (INE) .....	IPI	1990 01	índice de volumen
Índice de producción de la industria de la construcción (EUROSTAT).....	IPIC	1990 01	índice de valor deflactado
Índice de comercio al por menor (INE) .....	IVCM	1995 01	índice de valor deflactado
Transporte marítimo de mercancías (MFOM) .....	MARM	1990 01	miles de Tm
Matriculaciones de automóviles (DGT) .....	MATT	1990 01	unidades
Matriculaciones de vehículos de carga (DGT) .....	MATVC	1990 01	unidades
Pernoctaciones hoteleras (INE).....	PERNO	1999 01	unidades
Retribución bruta total (AEAT).....	RBT	1995 01	índice de valor deflactado
Transporte Renfe mercancías (RENFE) .....	REM	1990 01	miles de Tm/km
Ventas en grandes empresas. Total (AEAT) .....	VEG	1995 01	índice de valor deflactado
Viajeros por carretera (INE).....	VICAR	1996 01	unidades
Número de viviendas iniciadas periodificadas (MVIV) .....	VIVPER	1990 01	unidades
<b>Sector exterior</b>			
Exportaciones de bienes deflactadas por IVU (AEAT/DGAMEI) .....	EXBQ	1990 01	índice de valor deflactado
Exportaciones de servicios deflactadas por IPC servicios (bE/INE).....	EXBS	1990 01	índice de valor deflactado
Importaciones de bienes deflactadas por IVU (AEAT/DGAMEI).....	IMPB	1990 01	índice de valor deflactado
Importaciones de servicios deflactadas por IPC zona euro (AEAT/EUROSTAT) ....	IMPS	1996 01	índice de valor deflactado
<b>Opinión</b>			
Indicador de sentimiento económico. España (CE) .....	ISE	1990 01	índice 1990-2009=100
<b>VARIABLES FINANCIERAS</b>			
Credit to companies and families Deflated by CPI (BE/INE) .....	FIN	1995 01	índice de valor deflactado
<b>Mercado de trabajo</b>			
Afiliados a la Seguridad Social (MTIN) .....	AFI	1990 01	miles de personas
Contratos registrados (MTIN) .....	CONTRA	1990 01	unidades
Ocupados EPA (INE) .....	OCU	1990 01	unidades

Fuente: Base de datos de la Dirección General de Análisis Macroeconómico, Ministerio de Economía y Hacienda.

disponibles puntualmente y proporcionar una medida sintética del ritmo de avance de la economía española. Los 31 indicadores económicos seleccionados aparecen en el Cuadro 1 y hacen referencia al mercado de bienes y servicios, mercado de trabajo, estado de opinión, sector exterior y condiciones financieras.

Todos los indicadores son ajustados de efectos estacionales y de calendario, si son significativos. A continuación, son transformados logarítmicamente<sup>2</sup> y diferenciados de forma regular. Esta transformación es equivalente a calcular las correspondientes tasas de crecimiento intermensual. Finalmente, para facilitar la estimación del modelo factorial, las

<sup>2</sup> Excepto las series de encuestas de opinión, expresadas como saldo de respuestas extremas, a las que no se aplica la transformación logarítmica.

series así transformadas son tipificadas<sup>3</sup>. De esta manera, todas las series están cuantificadas según una métrica común.

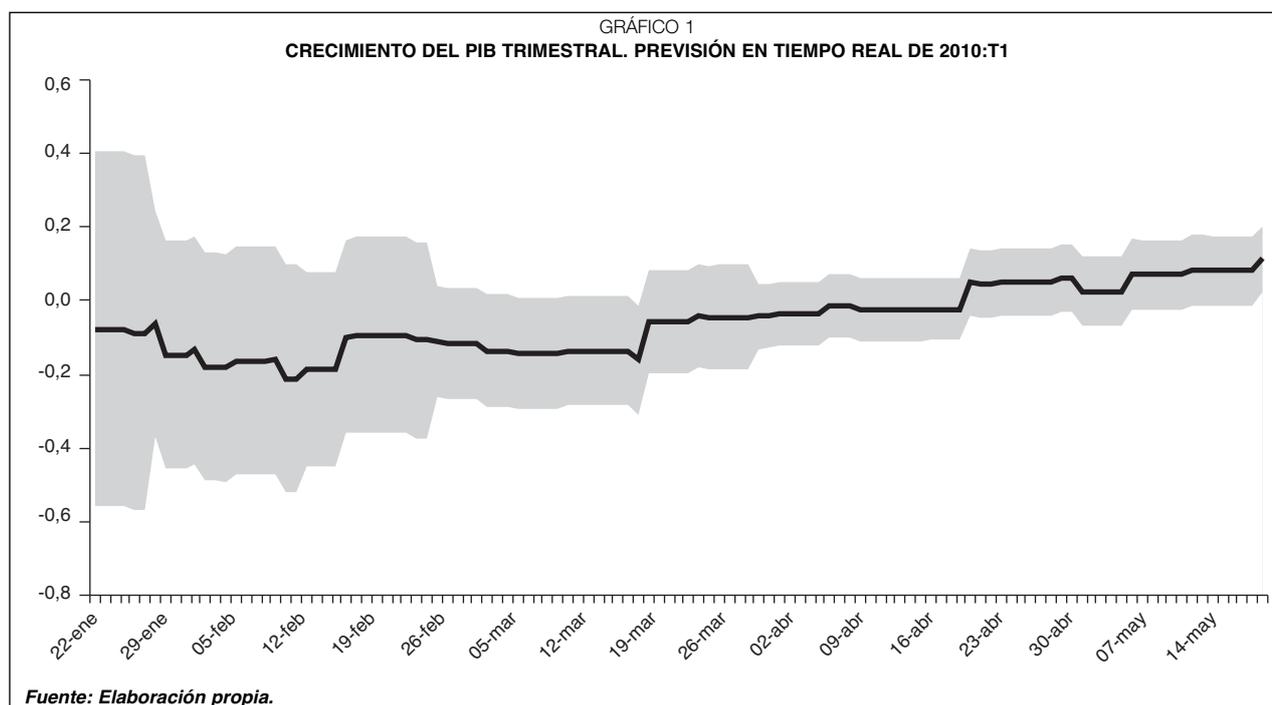
#### 4. Aplicación

El Gráfico 1 muestra la evolución de las previsiones en tiempo real del PIB para el primer trimestre de 2010 sobre una base diaria, incluyendo su intervalo de confianza del 68 por 100<sup>4</sup>.



<sup>3</sup> El proceso de tipificación implica sustraer de la serie su valor medio y dividir el resultado por su desviación típica. De esta forma, el promedio y la varianza pasan a ser cero y uno, respectivamente.

<sup>4</sup> Técnicamente, bajo condiciones gaussianas, el 68 por 100 de la distribución está concentrada en el intervalo que rodea a la media más/menos una desviación típica (sigma).



Observando este gráfico, se puede ver cómo reacciona el modelo según se van actualizando los datos. Este proceso reduce la amplitud del intervalo de confianza, ya que las estimaciones de corte transversal se sustituirán por los datos reales. Al principio, cuando sólo se dispone de indicadores cualitativos (*soft*), la estimación se mantiene en terreno negativo oscilando en el entorno del -0,2 por 100 y del -0,1 por 100. Cuando empieza a llegar la información cuantitativa (*hard*) relativa a enero, hecho que se produce en el mes de marzo (la producción industrial y las ventas de las grandes empresas), la estimación comienza a remontar, entrando desde mediados de abril en la zona positiva. Esta trayectoria ascendente se mantiene de forma general hasta el final del período de estimación, generando un pronóstico final de 0,113 por 100.

Estas previsiones resultaron en estrecha sintonía con la versión *flash* del PIB difundida por el Instituto Nacional de Estadística (0,1 por 100), cifra que más tarde revisó a 0,084 por 100, quedando comprendido este dato ampliamente dentro del intervalo de confianza.

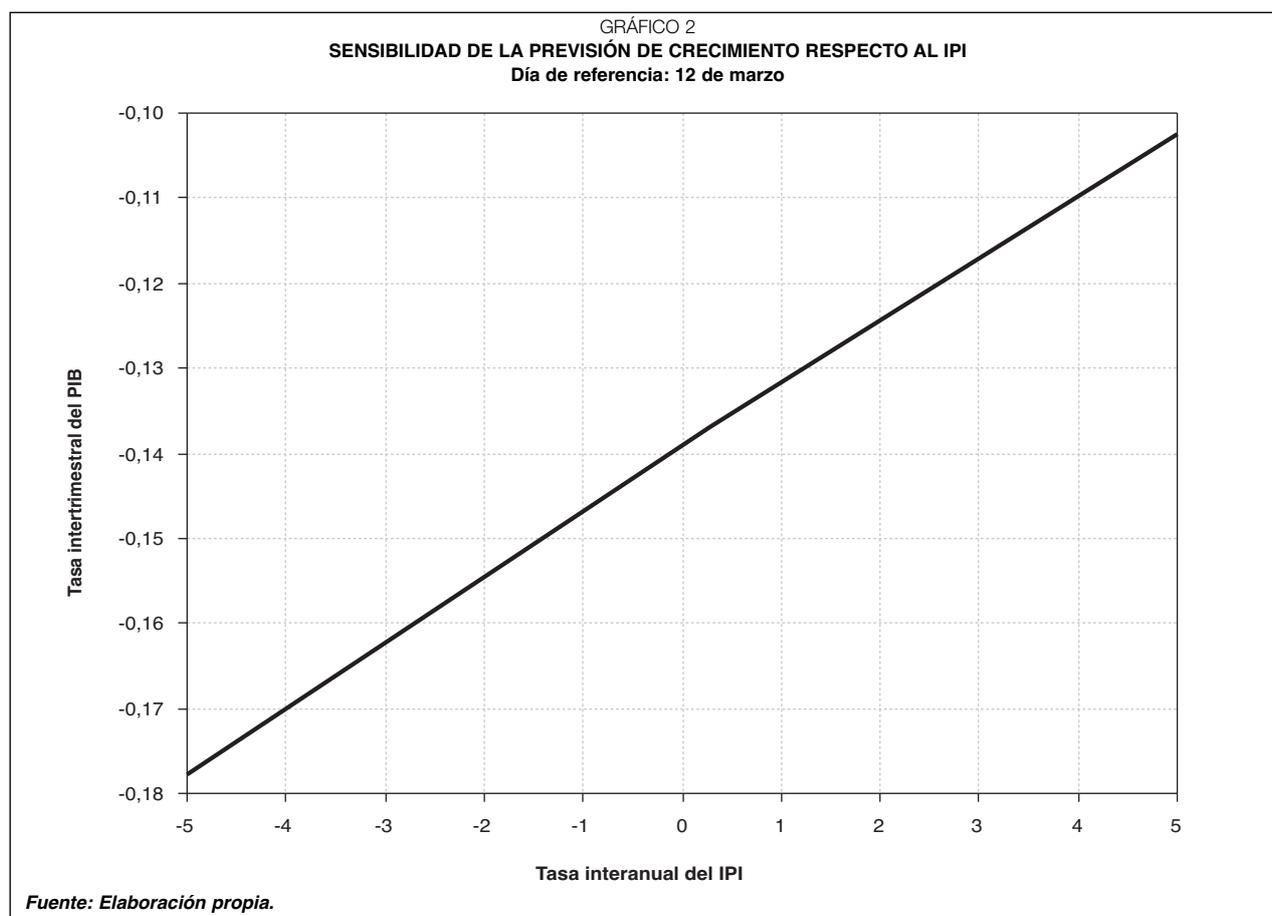
El modelo permite diversos análisis adicionales. Uno de ellos consiste en examinar en qué medida se

ven modificadas las previsiones de crecimiento del PIB para escenarios alternativos de variación de uno de los indicadores de base. En el Gráfico 2 se proporcionan estos cálculos, tomando como punto de partida la predicción efectuada el 12 de marzo y asumiendo un rango de valores para el crecimiento interanual del Índice de la Producción Industrial (IPI).

De esta manera, se dispone de una correspondencia cuantitativa entre la información coyuntural y la previsión macroeconómica agregada, pudiendo realizarse todo tipo de análisis de simulación de tipo condicional.

## 5. Conclusiones

Se ha confeccionado un indicador coincidente de actividad económica para la economía española con una interpretación sencilla en cuanto a su capacidad de síntesis mensual de la actividad agregada. Asimismo, este indicador coincidente permite la predicción y seguimiento del PIB en tiempo real, utilizando de forma eficiente toda la información coyuntural disponible en el momento en que se ▷



realizan dichas predicciones. Este trabajo se puede ampliar en numerosas direcciones, siendo la aplicación a otros agregados macroeconómicos el ejercicio más inmediato.

## Bibliografía

- [1] ABAD, A., CUEVAS, A. y QUILIS, E.M. (2009): «Índices trimestrales de volumen encadenados, ajuste estacional y benchmarking», Instituto de Estudios Fiscales, *Papeles de Trabajo*, nº 05/09.
- [2] ANGELINI, E., CAMBA-MÉNDEZ, G., GIANNONE, D., REICHLIN, L. y RUNSTLER, G. (2008): «Short-term forecasts of Euro area GDP growth», *CEPR Discussion Paper*, nº 6746.
- [3] ARUOBA, B., DIEBOLD, F. y SCOTTI, C. (2009): «Real-time measurement of business conditions», *Journal of Business and Economic Statistics*, forthcoming.
- [4] CAMACHO, M., PÉREZ-QUIRÓS, G y SAIZ, L. (2005): «Do European business cycles look like one?», Bank of Spain, *Working Paper*, n.º 0518.
- [5] CAMACHO, M. y PÉREZ-QUIRÓS, G. (2009a): «Introducing the Euro-STING: Short Term Indicator of Euro Area Growth», *Journal of Applied Econometrics*, forthcoming.
- [6] CAMACHO, M. y PÉREZ-QUIRÓS, G. (2009b): «Ñ-STING: España Short Term Indicator of Growth», *The Manchester School*, forthcoming.
- [7] CUEVAS, A. y QUILIS, E.M. (2010): «A factor analysis for the Spanish economy», Ministerio de Economía y Hacienda, Documento Interno.
- [8] EVANS, CH. L., LIU, C. T y PHAM-KANTER, G. (2002): «The 2001 recession and the CFNAI: identifying business cycle turning points», Federal Reserve Bank of Chicago, *Economic Perspectives*, vol. 26, nº 3, pp. 26-43.
- [9] GIANNONE, D., REICHLIN, L. y SMALL, D. (2008): «Nowcasting: The real-time informational

- content of macroeconomic data», *Journal of Monetary Economics*, vol. 55, pp. 665-676.
- [10] MARIANO, R., y MURASAWA, Y. (2003): «A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series», *Journal of Applied Econometrics*, vol. 18, pp. 427-43.
- [11] STOCK, J.H. y WATSON, M.W. (1991): «A probability model of the coincident economic indicators», en LAHIRI, K. y MOORE, G.H. (Eds.) *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*, Cambridge University Press.
- [12] STOCK, J.H. y WATSON, M.W. (2002): «Macroeconomic forecasting using diffusion indexes», *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 20, nº 2, pp. 147-162.