

Indicadores para Anticipar la Evolución de la Actividad Económica

**María Angélica Aguilar
Oscar Lora Rocha***

* Se agradecen las valiosas sugerencias de Jorge Requena y los comentarios de Rodrigo Vergara, Arturo Beltrán, Misael Miranda y Walter Orellana. Cualquier error u omisión existente es de exclusiva responsabilidad de los autores. Las opiniones expresadas en este trabajo pueden no coincidir con las del Banco Central de Bolivia.

RESUMEN

La utilidad de contar con señales anticipadas sobre la evolución de la actividad económica es evidente para los conductores de política económica, empresarios, inversionistas y trabajadores. En Bolivia, el principal indicador de corto plazo de la evolución del producto es el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), calculado por el Instituto Nacional de Estadística. Este índice es difundido con un rezago de alrededor de tres meses, lo cual hace importante el intentar pronosticar su comportamiento.

El estudio propone indicadores para anticipar la evolución del IMAE mediante la estructuración de modelos econométricos con formas funcionales sencillas. Los agregados monetarios M^1 y M^2 , la producción de cemento y la cantidad consumida de energía eléctrica resultaron ser variables útiles para pronosticar el comportamiento futuro del producto. En general, los pronósticos efectuados mostraron similitud con el patrón de crecimiento del IMAE y, al margen de ciertas diferencias de magnitud, alcanzaron el objetivo de mostrar anticipadamente la evolución de la economía.

1. INTRODUCCIÓN

La utilidad de obtener señales anticipadas sobre la evolución de la actividad económica es evidente, tanto desde la perspectiva pública como privada. La posibilidad de contar con este tipo de información es aún más importante en Bolivia debido a que no se dispone de información oportuna sobre la evolución del producto. El Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), calculado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), es difundido con un rezago de alrededor de tres meses.

El tratamiento otorgado a la identificación y construcción de indicadores que anticipen el comportamiento de la actividad económica ha sido amplio. Una aproximación al tema es la de los llamados Indicadores Líderes, desarrollada principalmente por el National Bureau of Economic Research (NBER) de los Estados Unidos. Este enfoque se basa en la identificación de relaciones estadísticas entre determinadas variables y la evolución del producto a lo largo de períodos prolongados, concentrándose en la anticipación de cambios en el ciclo económico. En este ámbito se pueden citar los trabajos de Hymans (1973) y de King *et al.* (1988); además de los aportes de Silver (1991) y de Stock y Watson (1991) que se destacan por proveer un sustento conceptual a este enfoque.

Por otra parte, existe una amplia experiencia (particularmente en las economías desarrolladas) en la identificación de señales anticipadas del comportamiento de la economía a través de la estructuración y uso de modelos econométricos de diversa índole. Algunos de los trabajos en esta línea son los de Estrella y Mishkin (1995) y de De Leeuw (1991). A diferencia del enfoque anterior, este tipo de modelos intenta captar fluctuaciones de corto plazo de la actividad económica, las cuales pueden o no reflejarse en el ciclo económico.

El propósito del presente estudio es el de establecer indicadores que permitan anticipar la evolución de la economía boliviana en el corto plazo, haciendo uso de herramientas econométricas. Para ello, se utiliza el IMAE como indicador del comportamiento del producto.

El trabajo se encuentra estructurado en cuatro secciones. Luego de la presente introducción, en la segunda sección se presenta el marco conceptual

que apoya el estudio. En la tercera sección se identifican variables que permiten pronosticar la actividad económica y se estructuran modelos econométricos simples, mediante los cuales se efectúan predicciones sobre la evolución futura del IMAE. Finalmente, las conclusiones del trabajo cierran el documento en la cuarta sección.

2. MARCO CONCEPTUAL

Contar con señales frecuentes y oportunas sobre el comportamiento de la economía es útil para los conductores de política económica, empresarios, inversionistas y trabajadores. Este tipo de señales puede obtenerse a través de diversas aproximaciones, entre las que se destacan la del “Sistema de Indicadores Líderes, Coincidentes y Rezagados” de la actividad económica y aquella basada en modelos teóricos de índole econométrica.

2.1 Enfoque de los Indicadores Líderes

Se entiende por *indicadores líderes* a aquellos que anticipan los movimientos del ciclo económico. Los *indicadores coincidentes* reflejan la evolución de la actividad económica de manera simultánea a su progreso, mientras que los *indicadores rezagados* son aquellos que responden a la evolución del ciclo económico en forma posterior a su desarrollo.

El enfoque de los Indicadores Líderes (IL), según definiciones del ciclo económico compatibles con las del NBER¹, se basa en la premisa general de que las economías de mercado experimentan ciclos económicos dentro de los cuales tienen lugar secuencias repetitivas que definen la evolución de la economía (Lahiri y Moore, 1991). Así, el enfoque de los IL se encuentra orientado a captar tales secuencias y a emplearlas para predecir futuros cambios en la *tendencia* de la actividad económica, es decir, para identificar

¹ El ciclo de negocios es un tipo de fluctuación de la actividad económica agregada, propio de países que organizan su trabajo principalmente en firmas. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en diversas actividades económicas, seguido por contracciones también generalizadas. Esta secuencia de hechos es recurrente, pero no periódica. Los ciclos de negocios varían en su duración entre más de un año a diez o doce años, no siendo divisibles en ciclos más cortos (Burns y Mitchell, 1946).

en su estado inicial el surgimiento de las etapas de expansión o contracción del ciclo económico.²

La identificación de los IL se remonta a las décadas de los 30 y 40, cuando un grupo de economistas del NBER analizó y seleccionó una lista de indicadores que —con diverso grado de anticipación— predecían el cambio de tendencia del ciclo de la economía estadounidense. Considerando estas series, en los años 50 se construyó un índice compuesto que resume la evolución de las variables que lo conforman.³

Además de la identificación de IL individuales (como por ejemplo la variación de M2 o el promedio semanal de horas trabajadas), se han desarrollado diversas metodologías que apuntan a la construcción de indicadores líderes compuestos (ILC). De la misma manera, existen diversos tipos de ILC, algunos de los cuales han sido específicamente desarrollados para predecir expansiones del ciclo económico, mientras que otros están contruidos con el propósito de predecir contracciones (Silver, 1991).

La metodología general para la construcción de un ILC considera IL individuales que cubren distintos aspectos de la actividad económica. Un ILC se define —de manera simplificada— de la siguiente manera:

$$ILC = \sum_{i=1}^n w_i z_i \quad (1)$$

donde n es el número de indicadores líderes individuales, w_i es un factor de ponderación asignado a cada indicador individual y z_i es el indicador individual normalizado. Tanto ILC como z_i se encuentran expresados en términos de cambios porcentuales.

² Formalmente, una variable x puede considerarse como indicador líder de y si la correlación de y_t con valores pasados de x , x_{t-j} , es mucho más alta que la correlación de x_t con valores pasados de y , y_{t-j} .

³ Actualmente, diversas instituciones públicas, privadas y académicas mantienen listas actualizadas de indicadores líderes para la economía estadounidense, así como para varias europeas y asiáticas. Por ejemplo, el Departamento de Comercio de los Estados Unidos mantiene actualmente el índice desarrollado por el NBER, mientras que la OECD publica mensualmente indicadores líderes para 22 países.

Para efectos prácticos, en la construcción de un ILC es recomendable utilizar variables que abarquen un grupo representativo de sectores económicos, puesto que la consideración de un número reducido de variables determinaría una representación parcial de la evolución del ciclo económico.⁴

Una de las características relevantes de los ILC desde que empezaron a utilizarse en los años treinta, en particular en la economía estadounidense, es su eficiencia y consistencia en la predicción del ciclo económico, lo cual a su vez ha determinado la longevidad del Sistema de Indicadores Líderes, Coincidentes y Rezagados. Sin embargo, este enfoque ha sido objeto de críticas por su carencia de sustento teórico, ya el mismo se basó solamente en la observación de regularidades estadísticas y no en construcciones o fundamentos teóricos que justificaran su empleo. El Premio Nobel Tjalling Koopmans en su artículo “Measurement Without Theory” (1947) ya sostenía que el esencialmente “a-teórico” enfoque del NBER impedía efectuar inferencias sobre los probables efectos de las políticas de estabilización.

Sólo en años recientes han aparecido contribuciones orientadas a dar un marco conceptual a este enfoque. Destacan en este ámbito los trabajos de De Leeuw (1991) y Silver (1991) para otorgar racionalidad al uso de determinadas variables y sistematizar la elección de ciertas series como indicadores líderes. Por otro lado, Stock y Watson (1990) introducen la idea de que los movimientos de diferentes variables macroeconómicas relevantes tienen un elemento común que puede ser capturado mediante la definición de una sola variable, dando así fundamento a la construcción de un ILC.

2.2 Enfoque Basado en Modelos Teóricos

El comportamiento de la economía puede ser anticipado mediante el empleo de modelos cuantitativos cuya construcción esté basada en argumentaciones teóricas y en un sustento conceptual sobre los determinantes de la actividad

⁴ Por ejemplo, el Composite Leading Economic Indicator (CLI) para la economía de Estados Unidos fue desarrollado por el NBER considerando indicadores individuales referidos a pedidos de bienes de consumo e intermedios, contratos y pedidos de bienes de capital, autorizaciones para construcción de vivienda, promedios semanales de horas trabajadas, desempeño de vendedores, índices de precios de acciones, precios de ciertos materiales, oferta monetaria, cobros por seguros de desempleo, crédito comercial, de consumo y variación de inventarios.

económica. Los indicadores, contruidos de esta manera, se conocen como “indicadores basados en la teoría”. De Leeuw (1991) sostiene que para efectuar predicciones de la actividad económica estos indicadores pueden resultar de mayor utilidad que los IL, debido a los elementos teóricos que los sustentan. Adicionalmente, por su concepción y estructuración, estos indicadores no estarían sujetos a las críticas planteadas por Koopmans.

Definamos un modelo teórico en el que la variable y_t puede explicarse por un conjunto de variables explicativas θ .

$$y_t = \Psi(\theta_{t-j}) \quad j > 0 \quad (2)$$

En el caso que nos ocupa, y_t sería alguna medida del comportamiento económico (PIB trimestral, un índice de producción manufacturera, etc.) y θ_{t-j} un conjunto de variables que explican la evolución de la economía con j períodos de anticipación a t . Entre las variables que componen θ_{t-j} se encontrarían, por ejemplo, la evolución de los mercados de acciones, variables financieras, variables que representen la inversión y el empleo, índices de comercio internacional, indicadores de consumo de bienes finales e intermedios, etc.

Con el propósito de explicar el comportamiento del producto, pueden plantearse y estimarse ecuaciones en forma reducida del siguiente tipo:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t-j_1} + \dots + \beta_n X_{nt-j_n} + \mu_t \quad X_{it-j_i} \in \theta_{t-j}; \quad j_i > 0; \quad i=1\dots n; \quad (3)$$

donde q_t es alguna medida del producto y X_i son variables que explican el comportamiento del producto de manera anticipada puesto que $j_i > 0$. A partir de la estimación de la expresión (3), y dado que es posible que los valores j asociados a cada variable incorporada en el modelo (su capacidad de predicción anticipada) difieran, pueden efectuarse pronósticos de la evolución futura de la economía $\min(j)$ períodos hacia adelante.

Este enfoque es ampliamente usado en la formulación de pronósticos del ciclo económico para países desarrollados, donde existe una amplia tradición y experiencia en este ámbito mediante la estructuración y uso de sofisticados

modelos macroeconómicos de gran escala, a partir del trabajo pionero de Lawrence Klein quien, junto a sus asociados, desarrolló el modelo LINK en los años sesenta.⁵ Al margen de este tipo de construcciones, para fines de explicación y pronóstico también se emplean formulaciones más sencillas en forma de ecuaciones reducidas como la especificada en (3).

La ventaja de los indicadores basados en la teoría, respecto a la metodología de los IL, es que la estimación de determinada formulación teórica que explica la economía permite inferir acerca de los efectos que tendrían algunas políticas públicas o acciones privadas sobre la evolución del indicador estimado.

Usualmente las formulaciones de las ecuaciones reducidas incluyen variables que no están consideradas dentro de la “lista” de indicadores líderes para determinada economía. Por ejemplo, para la economía estadounidense suelen incorporarse en el lado derecho de las ecuaciones los *cambios* en el nivel de empleo, variable que no figura como indicador líder individual ni forma parte del ILC. Por tanto, las variables explicativas consideradas en los modelos econométricos no necesariamente son IL *per se*, pero la teoría señala que las mismas o alguna combinación de ellas puede ser usada para explicar la evolución de la variable dependiente y efectuar predicciones sobre su comportamiento.

Para efectos prácticos es importante considerar, en el proceso de estimación de las formas reducidas de las formulaciones teóricas, que la mayor parte de las series económicas suelen estar dominadas por factores estacionales, los cuales deben eliminarse con el propósito de encontrar relaciones útiles para efectos de pronóstico. Dos estadísticos son los que frecuentemente se utilizan para evaluar la precisión en los pronósticos: el error cuadrático medio y el estadístico U, propuesto por Theil.

⁵ Este modelo intentaba reproducir el comportamiento de la economía mundial a través de 79 submodelos, cada uno de los cuales representaba un país o una región geográfica específica. Fue utilizado principalmente para cuantificar el efecto de *shocks* exógenos sobre variables como la producción y los precios (Larraín y Sachs, 1994).

Error Cuadrático Medio (ECM)

El ECM se define como:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (p_t - o_t)^2$$

Donde o_t y p_t son las variaciones relativas de los valores observados y de los pronósticos respectivamente.⁶ Este estadístico considera el promedio de los cuadrados de las desviaciones de los valores pronosticados respecto de los observados. Desde luego, mientras más pequeño sea el error cuadrático medio, más precisos podrán considerarse los pronósticos efectuados.

Estadístico de Theil (U)

Theil (1966) propuso un indicador para medir la precisión de los pronósticos:

$$U = \sqrt{\frac{ECM}{\sum O_t^2 / n}}$$

El estadístico de Theil depende directamente del ECM. Mientras más pequeño sea éste, U estará más cerca de cero y los pronósticos de la regresión serán más precisos. En el caso extremo, el estadístico toma el valor de cero cuando los pronósticos son perfectos (Maddala, 1982).

2.3 Criterios para la Elección de Series**a. Racionalidad económica**

De Leeuw (1991) describe cuatro fundamentos basados en la racionalidad económica, que permiten identificar variables que pudieran ser utilizadas para pronosticar el comportamiento futuro de la actividad económica:

⁶ Las variaciones relativas se definen como $o_t = (O_t - O_{t-1}) / O_{t-1}$; y $p_t = (P_t - O_{t-1}) / O_{t-1}$.

Tiempo de producción

Para la producción de algunos bienes, existe un tiempo entre la decisión de producción y la producción en sí. Información acerca de órdenes nuevas para la adquisición de bienes de consumo y materiales, contratos y órdenes para equipamiento, instalación de maquinarias y la autorización para la construcción de viviendas nuevas, puede anticipar cambios en la producción de estos bienes debido a que se requiere de un tiempo determinado para cumplir un pedido, firmar un contrato o construir una vivienda. Este razonamiento es válido en la medida en que los productores no intenten prever cambios en la demanda y que simplemente comiencen a producir en el momento en que llega un nuevo pedido.

Considerando por ejemplo el caso de las órdenes nuevas, si los productores tuvieran algún éxito en preverlas, no estaría muy claro si los nuevos pedidos pudiesen usarse para anticipar la producción o no. Asimismo, deben considerarse los factores estacionales que afectan la producción, puesto que si se tiene conocimiento de ellos (por experiencia pasada), la producción no se iniciará cuando los pedidos aumenten, sino antes de que ello ocurra. En este caso, información sobre los nuevos pedidos, no sería útil para anticipar la producción.

Facilidad de adaptación

Existen ciertas actividades de carácter económico que pueden adaptarse rápidamente sin incurrir en costos importantes de transición. Por ejemplo, el promedio de horas de trabajo semanal de los empleados de una fábrica. Ante la alternativa de reducir (aumentar) personal que tiene una fábrica cuando la demanda por su producto cae (aumenta), resulta menos costoso reducir (elevar) el número de horas trabajadas por semana. En este sentido, y nuevamente bajo el supuesto de que los cambios en la demanda son difíciles de prever, el número de horas trabajadas en la industria manufacturera podría considerarse como un indicador que anticipa la producción y el empleo.

Un problema que se encuentra detrás de esta racionalidad es que la misma se concentra en cambios originados en la demanda, es decir, en los cambios que experimentarían las empresas en respuesta a variaciones en sus ventas. Los

cambios que se originan por el lado de la oferta tienen implicaciones diferentes sobre este tipo de variables. Por ejemplo, un incremento en la productividad de una empresa derivado de una mejora en el proceso de producción podría reducir el número de horas trabajadas a la semana, sin que esto signifique necesariamente un descenso en la producción o, posteriormente, en el nivel de empleo.

Expectativas de Mercado

Las variables que se consideran útiles para pronosticar cambios futuros en la actividad económica, debieran ser sensibles en algún grado a las expectativas acerca del futuro. Sin embargo, algunos indicadores como la cotización de las acciones en el mercado bursátil y los precios de algunos materiales o productos son mucho más sensibles frente a las expectativas sobre el futuro. Empero, estas variables deben seleccionarse con cuidado debido a que están sujetas a la dinámica de los mercados. Tanto la oferta como la demanda pueden alterar sus precios, sin que esto tenga que ver con las expectativas. Los cambios en las tasas impositivas y las tasas de interés afectan la cotización de las acciones, aún en los casos en que estos factores no tengan relación con cambios futuros en la actividad económica. Los precios de los productos básicos también pueden verse afectados por factores exógenos al nivel de actividad económica (p. ej. *shocks* de oferta), que pueden elevar sus precios sin que ello signifique un mayor dinamismo económico.

Impulsos Principales (*prime movers*)

Ciertos indicadores tienen un rol muy importante en las fluctuaciones de la actividad económica de corto plazo. Este enfoque asume que los cambios en la actividad económica son explicados por pocos factores cuantificables, como por ejemplo el comportamiento de la política fiscal. Con base en esta racionalidad, información sobre la inversión pública podría ser empleada para prever cambios de la actividad económica.

Los indicadores que surgen bajo el enfoque de los *prime movers* son algo distintos a los respaldados por los fundamentos mencionados previamente. Mientras que estos últimos están relacionados con decisiones de carácter empresarial o microeconómico, variables como el gasto público, reflejan el

comportamiento de un conjunto de agentes distintos y sus movimientos tienen consecuencias más globales sobre la economía.

b. Atributos de las series

En términos prácticos, es deseable contar con varias series que se supone *a priori* están relacionadas con el producto. Silver (1991) plantea seis criterios bajo los cuales debe evaluarse la utilidad de una serie como ILC, los cuales pueden también aplicarse a la selección de variables explicativas en el caso de los modelos teóricos:

1. Significación económica. ¿Qué tan bien se puede interpretar la variable seleccionada y cuán importante es ésta dentro de la actividad económica?
2. Adecuación Estadística. ¿Cuán bien se puede medir la actividad económica a través de la variable que se está analizando?
3. Perfil Temporal. ¿Qué tan consistente ha sido la serie a través del tiempo para liderar los cambios en la actividad económica?
4. Conformidad. ¿Con qué regularidad se ha adaptado la serie al ciclo económico?
5. Suavidad. ¿Qué tan fácilmente se puede discriminar entre los movimientos de los componentes regulares e irregulares de la serie?
6. Oportunidad. ¿Con qué rapidez u oportunidad se encuentran disponibles las series?

3. INDICADORES PARA EL CASO BOLIVIANO

Aunque la utilidad de contar con ILCs es evidente, su construcción requiere de información específica de varios sectores económicos, la cual debe ser obtenida en forma oportuna. En el caso boliviano, las restricciones relacionadas con la carencia de series de tiempo suficientemente extensas imposibilitan la tarea de

construir un ILC. En este sentido, lo más indicado es adoptar el enfoque basado en los modelos teóricos (“indicadores basados en la teoría”). Siguiendo esta línea, el primer paso consiste en elegir un indicador que refleje adecuadamente la actividad económica real, para posteriormente seleccionar un conjunto de variables que contribuyan a explicar, de forma anticipada, el comportamiento de este indicador. La variable que usualmente se adopta como indicador de la actividad económica es el PIB trimestral.

3.1 El Índice Mensual de Actividad Económica

En Bolivia no se cuenta todavía con información trimestral del producto, aunque el Instituto Nacional de Estadística (INE) construye el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) que puede ser clasificado como un indicador coincidente del producto. El IMAE se encuentra compuesto por índices que reflejan la actividad productiva de los sectores Agropecuario, Hidrocarburos, Minería, Industria Manufacturera, Electricidad y Agua, Construcción y Obras Públicas, Comercio, Transporte, Comunicaciones, Servicios Financieros, Propiedad de la Vivienda y Administración Pública. La cobertura del IMAE es parcial y alcanza al 83% del total de la actividad económica del país. La información con la cual se construyen los índices proviene tanto de fuentes primarias como secundarias.

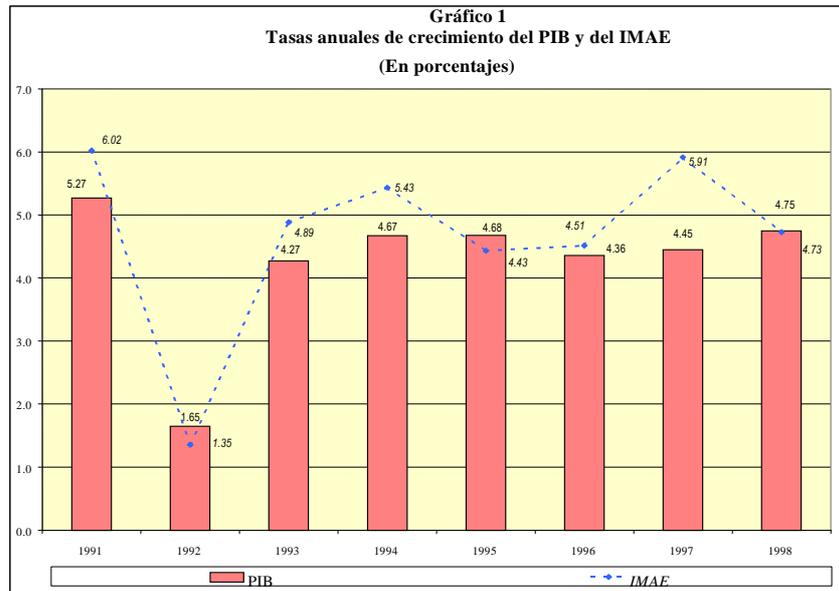
Debido a que aún no existen datos trimestrales del PIB, sólo se puede comparar su comportamiento con el del IMAE en términos anuales. El Gráfico 1 permite apreciar que, en general, el IMAE registró tasas de crecimiento más altas que el PIB; no obstante, solamente la diferencia del año 1997 es bastante importante.⁷

El rezago en la disponibilidad del IMAE es de alrededor de tres meses, lo que limita su utilidad como indicador coincidente. Esta demora se debe a retrasos en la obtención de información primaria y secundaria con la que debe contar el INE para la elaboración de los índices sectoriales que componen el IMAE. En el caso de la información primaria, ésta sufre retrasos en su tratamiento y en la obtención de resultados finales.⁸ La

⁷ Debe recalcar que, desde luego, no se espera que las tasas de crecimiento del PIB y del IMAE sean iguales, sino más bien parecidas y consistentes entre sí.

⁸ Este es el caso del Índice de Volumen Físico de la Industria Manufacturera (INVOFIM), que se construye con base en encuestas trimestrales en las cuatro principales ciudades del país.

información secundaria, por su parte, también requiere de algún tiempo para ser debidamente registrada y procesada.



Por lo señalado, parece razonable utilizar este indicador para los fines del estudio, tanto por la similitud observada en sus tasas de crecimiento anuales con las del PIB como por su elevado grado de cobertura de la actividad productiva. El rezago en la disponibilidad del IMAE constituye el motivo central para identificar variables de disponibilidad más inmediata que contribuyan a explicar anticipadamente su comportamiento.

3.2 Variables Analizadas e Información Empleada

La utilidad de ciertas variables para predecir la evolución del producto es función básicamente de dos factores: su capacidad de predecir con anticipación la actividad económica y la oportunidad con la que se dispone de las series. Entre la información analizada en el presente trabajo se encuentran series como la oferta monetaria, producción de materiales

básicos, consumo de energía, intermediación de recursos por sectores, e indicadores del comportamiento de la demanda interna (índices de precios y recaudaciones tributarias).

Pese a que se intentó abarcar un espectro amplio de sectores que componen la economía nacional, no se pudieron considerar indicadores representativos de la actividad de todos los sectores debido a la escasez de información relevante tanto en términos de variables construidas y reportadas, así como en lo que se refiere a la extensión y frecuencia de las series disponibles. En este marco, destaca la carencia de información sobre los sectores agropecuario, minero y de hidrocarburos, así como de indicadores sobre el volumen de importaciones, casos en los cuales no se cuenta con información mensual u oportuna para los fines del estudio.⁹

La información analizada abarca datos mensuales para el período comprendido entre enero de 1990 y diciembre de 1998, a excepción de los casos de la producción de cemento y del Índice de Precios al Consumidor según criterio de transabilidad (información disponible a partir de enero y marzo de 1992 respectivamente). En el Anexo 1 puede apreciarse un detalle de las variables analizadas en el trabajo.

a. Criterios de evaluación y variables seleccionadas

La utilidad de las series disponibles fue determinada aplicando los criterios enunciados por Silver (1991), detallados en la sección precedente. Para aplicar los mismos, se establecieron parámetros para evaluar si las series cuentan o no con el atributo deseado (Cuadro 1).

⁹ La próxima publicación de datos trimestrales del PIB posibilitará el desarrollo de modelos que consideren información con esta frecuencia. Conviene resaltar que se dispone de una mayor cantidad de series trimestrales, las cuales *a priori* podrían ser empleadas con fines de pronóstico.

Cuadro 1
Parámetros para Evaluar los Atributos de las Series

Atributos	Características observadas	Grado de cumplimiento del atributo		
		Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Significación económica	Participación en el PIB del sector asociado a la variable (PPIB)	PPIB>10%	5%<PPIB<10%	PPIB<5%
Adecuación estadística	Significación (Estadístico t)	T significativo al 5%	n.a.	t no significativo
Perfil temporal	Correlación (Coeficiente ρ) ¹	ρ_1 y $\rho_2 > 0.75$	$0.65 < \rho_1$ y $\rho_2 < 0.75$	ρ_1 o $\rho_2 < 0.65$
Conformidad	Coeficiente de determinación (R^2)	$R^2 > 0.80$	$0.70 < R^2 < 0.80$	$R^2 < 0.70$
Suavidad	Estacionalidad (desviación estándar [std] de los factores estacionales)	std > 0.03	n.a.	std < 0.03
Oportunidad	Disponibilidad (rezago en meses)	Rezago ≤ 2	$2 < \text{rezago} \leq 3$	rezago > 3

n.a. No se aplica.

¹ Se calculó ρ_1 para una muestra de 36 observaciones y ρ_2 para el total de observaciones disponibles.

Los resultados de la evaluación efectuada se presentan a continuación, mientras que los parámetros calculados pueden observarse en el Anexo 2.

Cuadro 2
Atributos de Algunas Series Estudiadas

Variables	Atributos	Significación económica	Adecuación estadística	Perfil temporal	Conformidad	Suavidad	Oportunidad
Producción de cemento		No cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple	Cumple	Cumple
Oferta real de dinero (M1)		n.a.	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple
Oferta real de dinero (M2)		n.a.	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple
Consumo de electricidad (General)		No cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Consumo de electricidad (Gran industria)		No cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple	Cumple	Cumple
Consumo de electricidad (Minería)		No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Crédito al sector privado (Agropecuario)		Cumple parcialmente	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple
Crédito al sector privado (Total)		Cumple	No cumple	Cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple
Recaudaciones tributarias reales (IVA)		n.a.	No cumple	Cumple parcialmente	Cumple	Cumple	No cumple
IPC (No transables)		n.a.	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple parcialmente	Cumple

n.a. No se aplica.

Se seleccionaron solamente aquellas variables que cumplieron al menos parcialmente con los atributos de adecuación estadística, perfil temporal, conformidad, suavidad y oportunidad.¹⁰ En consecuencia, debido a que las variables referidas al consumo de energía de la minería, índice de precios para bienes no transables, crédito al sector privado y las recaudaciones tributarias no cumplen con al menos uno de los atributos citados, no fueron consideradas para la especificación de los modelos.¹¹ El Cuadro 3 presenta el detalle de las series seleccionadas, la denominación asignada y la oportunidad con la que se dispone de la información sobre cada una de ellas.

Cuadro 3
Indicadores Seleccionados y Oportunidad en la Disponibilidad de Información

Serie	Descripción	Disponibilidad (Rezago en meses)
Agregados monetarios		
M1PR	Oferta monetaria (M'1) en términos reales	0
M2PR	Oferta monetaria (M'2) en términos reales	0
Producción de materiales		
PRCEM	Producción de cemento a nivel nacional	1
Consumo de energía		
ICEGEN	Índice de cantidad de consumo de energía eléctrica general	2
ICEGIND	Índice de cantidad de consumo de energía eléctrica de la gran industria	2

3.3 Estimación de Modelos

a. Datos

Las series seleccionadas fueron expresadas en logaritmos, habiéndose luego analizado ciertas características importantes de las mismas. Se encontró que, a excepción de la oferta real de dinero, las demás variables tienen un

¹⁰ El requisito de "significación económica" se flexibilizó, debido a dos razones: i) en algunos de los casos considerados (como p.ej. la oferta monetaria) el criterio no es aplicable, y ii) no se pudo obtener información con frecuencia mensual vinculada a los sectores económicos más significativos, en términos de su participación en el PIB.

¹¹ Es necesario destacar, sin embargo, que las recaudaciones tributarias en términos reales podrían usarse como un indicador coincidente de la actividad económica.

componente estacional bastante importante. En caso de estimar modelos con esta información, éstos podrían mostrar señales puramente estacionales acerca del comportamiento del IMAE, por lo que se optó por trabajar con series desestacionalizadas (ver gráficos en el Anexo 3).¹²

Habiéndose eliminado el componente estacional, se analizó la estacionariedad de las series.¹³ Los resultados de los tests Augmented Dickey Fuller y Phillips-Perron mostraron que las series analizadas no son estacionarias¹⁴, por lo cual se aplicó el test de cointegración de Johansen para verificar la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables seleccionadas y el IMAE. Los tests aplicados mostraron la presencia de al menos una ecuación de cointegración para las variables seleccionadas (Cuadro 4).

Cuadro 4
Test de Cointegración de Johansen

Variables	E = 0 ¹	Valor crítico (al 5%)	E = 1 ²	Valor crítico (al 5%)
LIMAE - LPRCEM	17.38	15.41	0.29	3.76
LIMAE - LICEGEN	25.68	12.53	0.14	3.84
LIMAE - LICEGIND	30.98	19.96	7.43	9.24
LIMAE - LM1PR	23.84	19.96	4.48	9.24
LIMAE - LM2PR	25.22	19.96	6.01	9.24

L denota el logaritmo de la variable correspondiente.

E: Número de ecuaciones de cointegración.

¹ H₀: No cointegración.

² H₀: Existe una ecuación de cointegración.

¹² Para desestacionalizar las series se empleó el programa X-11 ARIMA en su opción aditiva. Este método es apropiado debido a que se trabajó con series expresadas en logaritmos, y a que el patrón observado en los datos sugiere que existe independencia entre los componentes de las series.

¹³ Una serie es estacionaria cuando su media y varianza no varían en el tiempo (Gujarati, 1995).

¹⁴ Los tests de estacionariedad sobre las series seleccionadas fueron realizados con constante y sin tendencia.

Una vez comprobada la existencia de una relación de largo plazo entre LIMAE y las series seleccionadas, se realizó el test de causalidad de Granger entre ellas para analizar la pertinencia de estructurar modelos econométricos a partir de las relaciones encontradas. El test aplicado, reveló causalidad en el sentido de Granger de los agregados M'1 y M'2 sobre LIMAE, mientras que se encontraron relaciones de causalidad en ambos sentidos entre LIMAE y los índices de energía eléctrica y la producción de cemento (Cuadro 5).

Cuadro 5
Test de Causalidad de Granger

Variables	Causa a LIMAE?	No. de rezagos ¹	Estadístico F ²	Probabilidad ²
LPRCEM	Si ³	1	7.20	0.01
LICEGEN	Si ³	1, 2, 3, 4	52.88	0.00
LICEGIND	Si ³	1, 2	27.48	0.00
LM1PR	Si	1, 2	23.96	0.00
LM2PR	Si	1, 2	5.31	0.01

¹ Se efectuaron pruebas con 1 a 6 rezagos.

² Corresponde a la prueba con un rezago.

³ Causalidad en ambos sentidos.

b. Modelos individuales

Se especificaron modelos individuales empleando las variables seleccionadas considerando en qué medida puede anticipar cada una de ellas el comportamiento del IMAE. El Cuadro 6 resume los resultados obtenidos. Los signos de los coeficientes de las variables explicativas en todos los casos, son consistentes con lo que se esperaría en teoría. Incrementos en la producción de cemento y en el consumo de energía eléctrica implicarían aumentos en la actividad productiva, medida por el IMAE. Asimismo, aumentos en la oferta real de dinero, estarían reflejando una mayor dinámica de la economía. De acuerdo al R2 ajustado, las regresiones estimadas presentan un buen grado de ajuste. No se observaron problemas de correlación serial en los errores. Asimismo, los tests ADF, aplicados sobre

los residuos de las regresiones estimadas, confirman la cointegración de las variables empleadas.

Como puede apreciarse, el horizonte para la proyección del IMAE (i.e., la capacidad de anticipación de cada modelo) difiere en cada caso. Mientras que en los casos de ICEGEN e ICEGIND la evolución del IMAE puede verse con dos meses de anticipación, el modelo que incluye la producción de cemento posibilitaría hacerlo con cinco. Por su parte, las especificaciones que consideran los agregados monetarios M'1 y M'2 permitirían pronosticar el comportamiento del IMAE con seis meses de anticipación.

Cuadro 6
Modelos Individuales

Variable dependiente: LIMAE
Período considerado: 1990:01 a 1998:12¹

	Variables explicativas				
	LPRCEM	LICEGEN	LICEGIND	LM1PR	LM2PR
Intercepto	-0.853	2.603	2.741	3.004	3.120
Variable explicativa (-2)		0.437	0.244		
Variable explicativa (-4)			0.162		
Variable explicativa (-5)	0.233				
Variable explicativa (-6)				0.236	0.211
Variable explicativa (-7)	0.277				
AR(1)				0.244	0.311
AR(2)	0.279		0.384	0.367	
DSF				0.046	0.028
R2 Ajustado	0.909	0.953	0.951	0.950	0.950
Durbin Watson	1.891	1.772	1.834	2.060	2.210
Test ADF (Residuos)	-4.717	-3.918	-3.447	-5.299	-3.387
Valor Crítico McKinnon (5%)	-2.902	-2.890	-2.891	-2.891	-2.891

¹ En el caso de la producción de cemento, el período considerado es 1992:01 a 1998:12.

NOTA: Todos los coeficientes reportados son significativos al 1%.

c. Modelo multivariado

Con el fin de obtener un mejor grado de ajuste y ampliar el conjunto de variables explicativas del IMAE, se especificó una regresión multivariada, que considera como variables independientes a la producción de cemento, el agregado M'1 y el índice general de cantidad de consumo de energía eléctrica. Al igual que en el caso de los modelos univariados, se efectuó el test de cointegración de Johansen entre las variables explicativas y LIMAE, habiéndose encontrado dos vectores de cointegración para las mismas. La especificación del modelo se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7
Regresión Múltiple

Variable dependiente: LIMAE
Período considerado: 1992:08 a 1998:12
Observaciones: 77

Variable	Coficiente	Error estándar	Estadístico t	Probabilidad
C	1.513	0.286	5.296	0.000
LPRCEM(-7)	0.110	0.041	2.652	0.010
LM1PR(-4)	0.164	0.052	3.171	0.002
LICEGEN(-4)	0.164	0.058	2.838	0.006
R2 Ajustado	0.943			
Durbin-Watson	1.976			
Test ADF (Residuos)	-4.330			
Valor Crítico McKinnon (5%)	-2.901			

Los signos de los coeficientes estimados son los esperados y el ajuste del modelo es bueno (R^2 ajustado=0.94). El test de raíz unitaria aplicado a los residuos confirma la cointegración de las series; por otro lado, la especificación de la regresión múltiple permite la proyección del IMAE cuatro períodos adelante.

3.4 Pronósticos de la Actividad Económica

a. Precisión

Se evaluó la calidad de los pronósticos de cada modelo para identificar aquel que presentara los más precisos, tomando en cuenta sus errores de predicción. Para este fin, se utilizaron como indicadores el error cuadrático medio (ECM) y el estadístico U de Theil, definidos en la sección anterior.

Con base en los estadísticos mencionados, se estructuró un “orden de preferencia” para las regresiones estimadas (Cuadro 8). La regresión múltiple, que tiene el ECM más pequeño y en consecuencia un estadístico de Theil más cercano a cero, tendría los pronósticos más precisos acerca del comportamiento futuro del IMAE. Por tanto, se puede considerar al modelo MÚLTIPLE como principal instrumento de pronóstico.

Cuadro 8
Evaluación de pronósticos

Estadístico	MULTIPLE	ICEGEN	M'2	ICEGIND	CEMENTO	M'1
Error Cuadrático Medio (ECM)	0.000021	0.000028	0.000030	0.000031	0.000034	0.000035
Estadístico de Theil (U)	0.000938	0.001110	0.001144	0.001167	0.001207	0.001232

b. Ejercicios de pronóstico

Para apreciar la capacidad de pronóstico de los modelos se efectuó un ejercicio en el que se simula su uso en el período t para pronosticar la evolución de la economía en $t+1$, $t+2$ y $t+3$ (un trimestre adelante). El ejercicio se realizó de la siguiente manera:

- Cada modelo es estimado considerando toda la información disponible hasta el mes t , por ejemplo hasta diciembre de 1996.
- Con base en la estimación, se proyecta la evolución del IMAE en $t+1$, $t+2$ y $t+3$ (en el ejemplo para enero, febrero y marzo de 1997).¹⁵
- El ejercicio se realiza de manera recursiva por trimestres, hasta cubrir el período total de información disponible, a efectos de poder comparar las proyecciones con la evolución observada del IMAE.

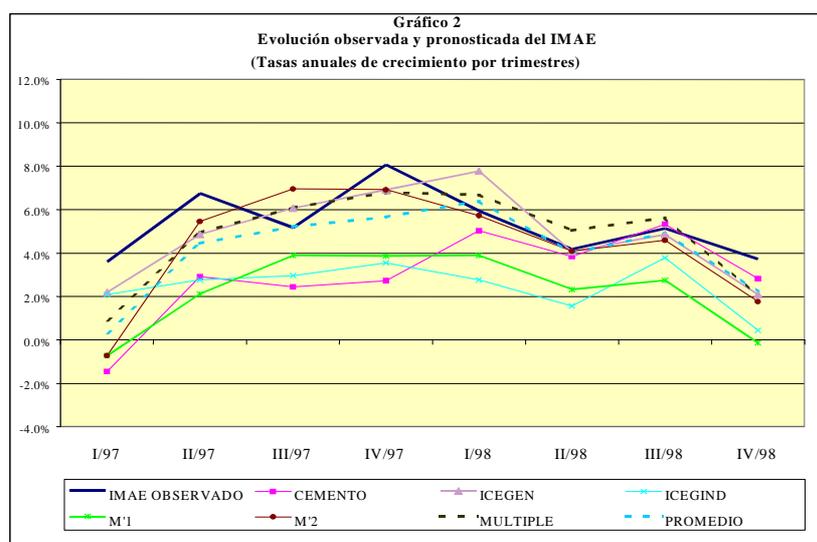
El ejercicio efectuado provee una reproducción de los resultados que se obtendrían usando los diferentes modelos para efectos de predicción un—trimestre—adelante y por tanto muestra la capacidad de predicción a corto plazo de los diferentes modelos.

Es necesario tener en cuenta que los modelos estimados (Cuadros 6 y 7) son adecuados para una cantidad específica de información. Al estimar éstos con

¹⁵ En los casos de los modelos ICEGEN e ICEGIND (que incluyen la variable explicativa rezagada solamente en dos períodos), las ecuaciones estimadas hasta t se "alimentaron" con información de la variable explicativa en $t+1$, lo cual posibilitó proyectar el IMAE hasta $t+3$.

menor número de observaciones, su calidad podría ser inferior ya que en el período $t-n$ sería posible encontrar *otra* especificación más adecuada.¹⁶

Se efectuaron predicciones del IMAE para el período marzo/97 (trimestre I/97) a diciembre/98 (trimestre IV/98)¹⁷, con las cuales se calcularon tasas anuales de crecimiento respecto a similar trimestre del año previo para los distintos modelos (Gráfico 2). A partir de las proyecciones con los modelos individuales, se construyó un promedio ponderado que toma en cuenta los “mejores” modelos individuales, como herramienta adicional para el pronóstico.¹⁸ Este promedio considera los resultados de los modelos ICEGEN (consumo de energía), M2PR (agregados monetarios) y PRCEM (producción de materiales básicos). Se asignó una mayor ponderación a los modelos en función a la precisión de sus pronósticos.¹⁹



¹⁶ Pese a ello, los tests de estabilidad aplicados a los modelos que no consideran procesos AR(p), muestran estabilidad en los parámetros de las ecuaciones.

¹⁷ El trimestre inicial de este período (I/97) se determinó básicamente con el criterio de disponibilidad de un número adecuado de observaciones.

¹⁸ Algunos autores recomiendan el uso de algún tipo de promedio de las proyecciones efectuadas con diferentes modelos para fines de pronóstico (ver por ejemplo Kennedy, 1998).

¹⁹ Se emplearon como ponderadores los factores $q_i = 1/U\text{-Theil}_i$, normalizados de manera que $\sum q_i = 1$.

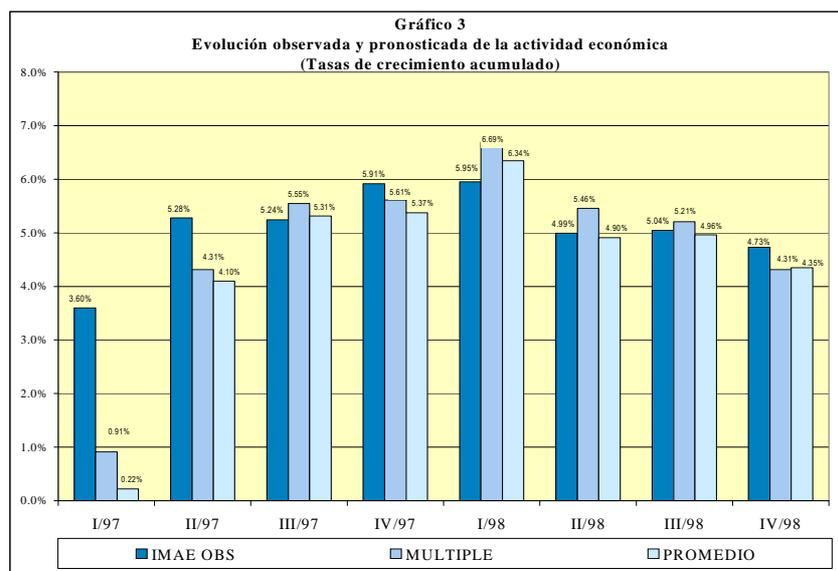
Los modelos MÚLTIPLE e ICEGEN mostraron el mejor desempeño en el pronóstico del crecimiento del IMAE un-trimestre-adelante. También es destacable el desempeño del pronóstico promedio.²⁰ Al margen de las diferencias en la *magnitud* del crecimiento proyectado del IMAE a través de los diferentes modelos, el Gráfico 2 permite apreciar que las proyecciones efectuadas cumplen con el objetivo de anticipar la evolución del IMAE. Conviene destacar que las tasas de crecimiento calculadas mediante el uso de los modelos estimados, “siguen” de manera sistemática el patrón de crecimiento del IMAE. Sin embargo, algunos de los modelos subestiman sistemáticamente dicho crecimiento, lo que no sucede con el modelo MÚLTIPLE ni con el PROMEDIO, que reflejan de mejor manera la evolución del IMAE.

Por tanto, se seleccionó al modelo MÚLTIPLE y al PROMEDIO como las herramientas más adecuadas para el pronóstico. El primero de ellos por su precisión, y el segundo porque incorpora los resultados de los “mejores” modelos individuales. Empleando ambas alternativas, se calcularon tasas anuales de crecimiento acumulado²¹ a fin de cada trimestre del período I/97 – IV/98, las cuales se presentan en el Gráfico 3. Las tasas de crecimiento acumulado y los errores de pronóstico para todos los modelos se muestran en el Anexo 4.

En general, y con excepción de los pronósticos efectuados para el trimestre I/97, el crecimiento pronosticado tanto por el modelo MÚLTIPLE como por el PROMEDIO es bastante aproximado al crecimiento observado del IMAE en el periodo comprendido entre 1997 y 1998, por lo cual estos modelos podrían considerarse adecuados para fines de pronóstico de corto plazo.

²⁰ Se calcularon promedios de los errores de pronóstico al cuadrado para el período I/97 a IV/98. Los mejores resultados se obtuvieron con los modelos ICEGEN (0.017%), MÚLTIPLE (0.022%) y M2PR (0.036%), además del PROMEDIO (0.031%).

²¹ Las tasas anuales de crecimiento calculadas con promedios acumulados son empleadas por el INE para medir el crecimiento del IMAE hasta un trimestre específico respecto a similar período del año anterior.



4. CONCLUSIONES

El estudio permitió identificar a las series PRCEM, ICEGEN, ICEGIND, M1PR y M2PR como variables que anticipan el comportamiento del IMAE. La estimación de regresiones con estas variables produjo resultados adecuados en términos de ajuste y capacidad explicativa (significación) de las variables.

El análisis acerca de la precisión de los pronósticos, realizado mediante el estadístico U de Theil y el ECM, mostró que el modelo MÚLTIPLE es aquel con el que se obtendrían los mejores pronósticos acerca del comportamiento futuro del IMAE. A este se suma el PROMEDIO, que incorpora los “mejores” modelos individuales y presenta también buenos resultados.

Los ejercicios realizados para medir la capacidad de pronóstico de los modelos un-trimestre-adelante, mostraron que las proyecciones del modelo MÚLTIPLE y del PROMEDIO “siguen” sistemáticamente el

comportamiento del IMAE en el período I/97–IV/98, por lo que podrían considerarse como herramientas adecuadas para efectuar pronósticos de corto plazo.

Finalmente, con el objetivo de mejorar los pronósticos, se deben incorporar otras variables que reflejen el comportamiento de sectores con una mayor participación en el producto. Considerando que diversas series sobre producción y consumo sectorial son construidas y divulgadas con bases trimestrales, se hace necesario realizar esfuerzos para la construcción de modelos que consideren información con esta frecuencia. Para este efecto, la información sobre el Producto Interno Bruto trimestral, a ser prontamente divulgada por el INE, se constituirá en un elemento fundamental de trabajo.

Anexo 1**Variables Consideradas en el Estudio**

- *Actividad económica:* El Índice Mensual de la Actividad Económica (IMAE).
- *Recaudaciones tributarias:* Recaudaciones tributarias en términos reales (deflactadas por el IPC). Se consideraron las recaudaciones totales por concepto de Impuesto al Valor Agregado.
- *Agregados monetarios:* Oferta de dinero: M'1 y M'2 en términos reales.
- *Producción de materiales básicos:* Producción de cemento a nivel nacional.
- *Consumo de energía:* Índices de cantidad de consumo de energía eléctrica para diferentes tipos de usuarios: pequeña industria, gran industria, doméstico, minería, fábricas de cemento y general.
- *Precios:* Índices de precios al consumidor: General y para bienes no transables.
- *Intermediación de recursos:* Crédito concedido al sector privado en términos reales. Se consideraron los sectores minero, agropecuario, de construcción, industrial, de servicios y total.

Variables ficticias:

- *Definición de los agregados monetarios:* Una variable *dummy* (DSF) se consideró para capturar el efecto del cambio en la definición de los agregados M'1 y M'2, la cual considera depósitos en mutuales y cooperativas a partir de julio de 1996.

Anexo 2

Atributos de las Series Estudiadas

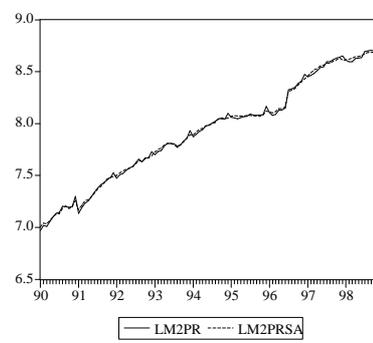
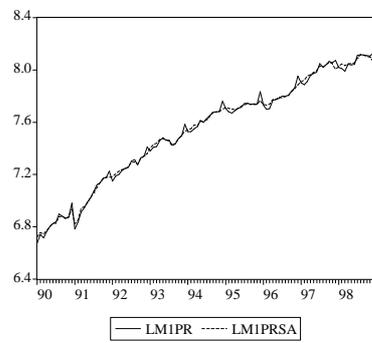
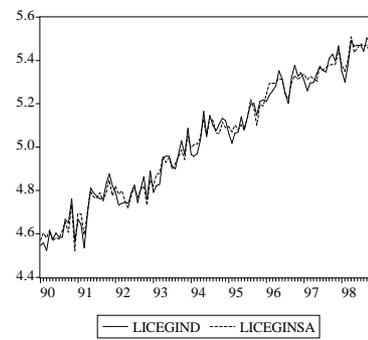
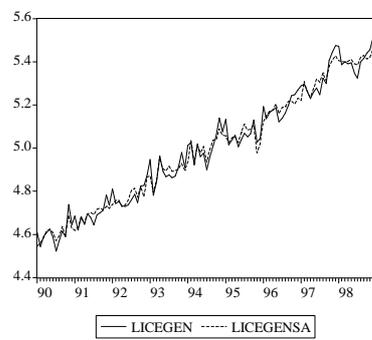
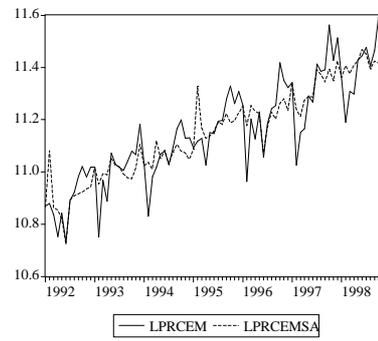
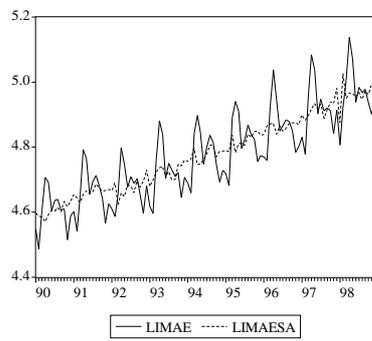
Atributos de las variables estudiadas

Variables	Atributos	Significación económica PPIB	Adecuación estadística Estadístico t	Perfil temporal ρ_1, ρ_2^a	Conformidad R2	Suavidad std	Oportunidad Rezago en meses
Producción de cemento		4.67%	14.62	0.69, 0.92	0.87	0.09	1
Oferta real de dinero (M'1)		n.a.	9.22	0.78, 0.94	0.96	0.02	0
Oferta real de dinero (M'2)		n.a.	17.00	0.85, 0.95	0.97	0.02	0
Consumo de electricidad (General)		2.03%	47.02	0.84, 0.98	0.95	0.03	2
Consumo de electricidad (Gran industria)		2.03%	24.90	0.74, 0.97	0.95	0.03	2
Consumo de electricidad (Minería)		2.03%	1.49	0.05, 0.84	0.96	0.11	2
Crédito al sector privado (Agropecuario)		6.28%	1.38	0.05, 0.83	0.96	0.01	0
Crédito al sector privado (Total)		54.84%	0.43	0.80, 0.92	0.96	0.01	0
Recaudaciones tributarias reales (IVA)		n.a.	0.48	0.65, 0.88	0.88	0.05	4
IPC (No transables)		n.a.	2.49	0.37, 0.78	0.94	0.01	0

^a Los coeficientes ρ reportados corresponden a la correlación entre el IMAE y cada variable analizada, rezagada en un período.

Anexo 3

Series Originales y Desestacionalizadas



Anexo 4

Tasas de Crecimiento Pronosticadas y Errores de Pronóstico

Cuadro 4.A**Tasas acumuladas de crecimiento**

Período	IMAE OBS	CEMENTO	ICEGEN	ICEGIND	M1	M2	MÚLTIPLE	PROMEDIO
I/97	3.60%	-1.45%	2.20%	2.09%	-0.72%	-0.72%	0.91%	0.22%
II/97	5.28%	3.24%	4.27%	3.16%	2.81%	4.58%	4.31%	4.10%
III/97	5.24%	4.34%	5.54%	4.51%	4.82%	5.83%	5.55%	5.31%
IV/97	5.91%	4.65%	5.64%	4.84%	4.92%	5.64%	5.61%	5.37%
I/98	5.95%	5.04%	7.78%	2.77%	3.90%	5.74%	6.69%	6.34%
II/98	4.99%	4.81%	4.94%	3.59%	4.00%	4.94%	5.46%	4.90%
III/98	5.04%	5.11%	4.95%	4.59%	4.25%	4.86%	5.21%	4.96%
IV/98	4.73%	4.51%	4.33%	3.93%	3.79%	4.25%	4.31%	4.35%

Cuadro 4.B**Errores de pronóstico**

Período	CEMENTO	ICEGEN	ICEGIND	M1	M2	MÚLTIPLE	PROMEDIO
I/97	-5.05%	-1.40%	-1.51%	-4.32%	-4.32%	-2.69%	-3.28%
II/97	-2.04%	-1.00%	-2.12%	-2.46%	-0.69%	-0.96%	-1.71%
III/97	-0.91%	0.29%	-0.73%	-0.42%	0.59%	0.30%	-0.26%
IV/97	-1.27%	-0.27%	-1.07%	-1.00%	-0.27%	-0.30%	-0.77%
I/98	-0.91%	1.83%	-3.18%	-2.05%	-0.21%	0.74%	-0.04%
II/98	-0.18%	-0.06%	-1.40%	-1.00%	-0.05%	0.46%	-0.35%
III/98	0.06%	-0.10%	-0.45%	-0.79%	-0.18%	0.16%	-0.24%
IV/98	-0.22%	-0.40%	-0.80%	-0.94%	-0.48%	-0.41%	-0.49%
Promedio de los errores	-1.31%	-0.14%	-1.41%	-1.62%	-0.70%	-0.34%	-0.89%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burns, A.F. y Mitchell, W.C., (1946). "Measuring business cycles". NBER Studies in Business Cycles. n. 2. New York: Columbia University Press.
- De Leeuw, F., (1991). "Toward a theory of leading indicators". Leading Economic Indicators, Lahiri y Moore, Eds. Cambridge: University Press, 1993.
- Estrella, A. y Mishkin, F. S., (1995). "Predicting U.S. recessions: Financial variables as leading indicators". NBER Working Paper Series n. 5379, 1995.
- Gujarati, D., (1995). Basic econometrics. McGraw – Hill. 3 ed.
- Hymans, S., (1973). "On the use of leading indicators to predict cyclical turning points". Brookings Papers on Economic Activity. The Brookings Institution.
- Keen, H., (1983). "Leading economic indicators can be misleading, study shows" Journal of Business Forecasting. n. 2 (4).
- Kennedy, P., (1998). A guide to econometrics. MIT Press. 4 ed.
- King, R., Plosser, C. y Rebello, S., (1988). "Production, growth and business cycles I: The basic neoclassical model". Journal of Monetary Economics n. 21.
- Klein, L. y Van Peterson, A., (1973). "Forecasting world trade with Project LINK". The International Linkage of National Economic Models. Ball R.J., Ed. North Holland.

- Koopmans, T.C., (1947). "Measurement without theory" The Review of Economics and Statistics n. 29.
- Laguna, M., (1996). "Indicadores inmediatos y coincidentes de la actividad económica". La Paz: Banco Central de Bolivia. Mimeo.
- Lahiri, K. y Moore, G., (1991). "Leading economic indicators: New approaches and forecasting records, an introduction". Leading Economic Indicators. Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.
- Larraín, F. y Sachs, J., (1994). Macroeconomía en la Economía Global. Prentice Hall Hispanoamericana. S.A.
- Maddala, G.S., (1982). Econometrics. McGraw – Hill.
- Mcnees, S., (1987). "Forecasting cyclical turning points: The record in the past three recessions". Leading Economic Indicators, Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.
- Niemira, M. P. y Klein, P. A., (1994). "Forecasting Financial and Economic Cycles". New York. Wiley & Sons Inc. Press.
- Renshaw, E., (1991). "Using a consensus of leading economic indicators to find the right ball park for real GNP forecasts". Leading Economic Indicators, Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.
- Silver, S., (1991). "Forecasting peaks and troughs in the business cycle: On the choice and use of appropriate leading indicator series". Leading Economic Indicators, Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.
- Stekler, H. 1991. "Turning point predictions, errors, and forecasting procedures". Leading Economic Indicators. Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.

Stock, J. y Watson, W., (1990). "A probability model of the coincident economic indicators". Leading Economic Indicators. Lahiri y Moore, Eds. Cambridge University Press, 1993.

Theil, H., (1966). Applied Economic Forecasting. North Holland Publishing Co. Amsterdam.