

Banco Central de Chile
Documentos de Trabajo

Central Bank of Chile
Working Papers

N° 208

Abril 2003

INDICADORES LÍDERES DEL IMACEC

Luis Firinguetti

Hernán Rubio

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@bcentral.cl.

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: bcch@bcentral.cl.



BANCO CENTRAL DE CHILE

CENTRAL BANK OF CHILE

La serie Documentos de Trabajo es una publicación del Banco Central de Chile que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar al debate de tópicos relevantes y presentar nuevos enfoques en el análisis de los mismos. La difusión de los Documentos de Trabajo sólo intenta facilitar el intercambio de ideas y dar a conocer investigaciones, con carácter preliminar, para su discusión y comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros del Consejo del Banco Central de Chile. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo, como también los análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su o sus autores y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Chile o de sus Consejeros.

The Working Papers series of the Central Bank of Chile disseminates economic research conducted by Central Bank staff or third parties under the sponsorship of the Bank. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant issues and develop new analytical or empirical approaches in their analyses. The only aim of the Working Papers is to disseminate preliminary research for its discussion and comments.

Publication of Working Papers is not subject to previous approval by the members of the Board of the Central Bank. The views and conclusions presented in the papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Chile or of the Board members.

Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile
Working Papers of the Central Bank of Chile
Huérfanos 1175, primer piso.
Teléfono: (56-2) 6702475; Fax: (56-2) 6702231

Documento de Trabajo
N° 208

Working Paper
N° 208

INDICADORES LÍDERES DEL IMACEC

Luis Firinguetti
Gerencia de Información e
Investigación Estadística
Banco Central de Chile

Hernán Rubio
Departamento de Cuentas Nacionales
Banco Central de Chile

Resumen

El propósito de este trabajo es desarrollar un indicador líder del Imacec, un indicador mensual de la actividad económica chilena. El indicador propuesto se basa en la metodología del NBER, pero con una diferencia importante: para agregar las series se utiliza una regresión tipo ‘Ridge’. De hecho, se usan varios estimadores de regresión tipo ‘Ridge’; sin embargo, todos ellos producen resultados similares. La metodología usada se ve promisorio y el indicador líder propuesto merece un seguimiento y estudios adicionales.

Abstract

The purpose of this work is to develop a leading indicator for the Imacec, a monthly indicator of the Chilean economic activity. The indicator proposed herein is based on the classical methodology of the NBER, but with one major difference: the use of a Ridge regression to aggregate the series. In fact, several Ridge regression estimators are used, producing similar results. This methodology seems promising and the leading indicator proposed deserves follow-up and further investigation.

Queremos dejar constancia que la construcción de nuestro indicador líder se vió facilitada por la colaboración de Héctor Felipe Bravo, quien nos entregó la totalidad de las series investigadas en este estudio. Además contamos con el valioso aporte de S. Everhart y R. Duval-Hernández, quienes nos enviaron un programa EViews con la metodología de cálculo del NBER, que fue un importante primer paso para la construcción de nuestros propios programas.

E-mails: lfiringu@bcentral.cl; hrubio@bcentral.cl

I. Introducción

El propósito de los *indicadores líderes* es anticipar cambios en actividad económica. Se supone que existe una variable inmanente, no-observable, a la que podemos referirnos como “*estado de la economía*” que, aunque no es directamente observable, se manifiesta a través del comportamiento de otras variables como, el desempleo, el PIB, el índice de producción industrial, la inflación, el IMACEC, etc.

Los *Indicadores Líderes* proveen una alerta anticipada de cambios en la actividad económica, reflejando actividades comprometidas para un futuro cercano: por ejemplo nuevas órdenes de maquinarias o inicios en la construcción de nuevas viviendas. Para una discusión más detallada acerca de la construcción de indicadores líderes véanse por ejemplo Everhart y Duval-Hernández (2000), Lahiri y Moore (1991), Nilsson (2000) y Stock y Watson (1992, 1998a, 1998b). En la experiencia chilena destacan los trabajos de Crispi (1994), Marcel y Meller (1983), Suárez (1998) y más recientemente Bravo y Franken (2002).

El propósito principal de este trabajo es presentar una nueva metodología para construir indicadores líderes, de manera tal que los componentes de la serie (tendencia, ciclo, componente estacional y componente irregular), se modelan separadamente. Este esquema se aplica tanto a la serie de referencia como a las series que formarán parte del indicador. En el caso particular del ciclo de las series, este se estima y proyecta mediante un modelo de regresión estimado con Regresión Ridge (véanse por ejemplo los trabajos de Gruber(1998), Hoerl y Kennard (2000), Hoerl, Kennard y Baldwin(1975), Kibria(1996) y Lawless y Wang (1976). El uso de RR se justifica de manera especial en este contexto, pues los modelos de regresión generalmente incluyen un elevado número de variables explicativas, las que usualmente presentan multicolinealidad. El uso de Regresión Ridge en el contexto de indicadores líderes tiene como antecedentes los trabajos de Chang, Stock, y Watson (1999), Dion (1999).

II. Cronología de los Puntos de Quiebre en el IMACEC

Para establecer la cronología de los puntos de giro del IMACEC se utilizó el procedimiento de Bry-Boschan del NBER (véase por ejemplo Nilsson (2000)). Este método, esencialmente empírico, aplica los siguientes criterios para obtener los ciclos:

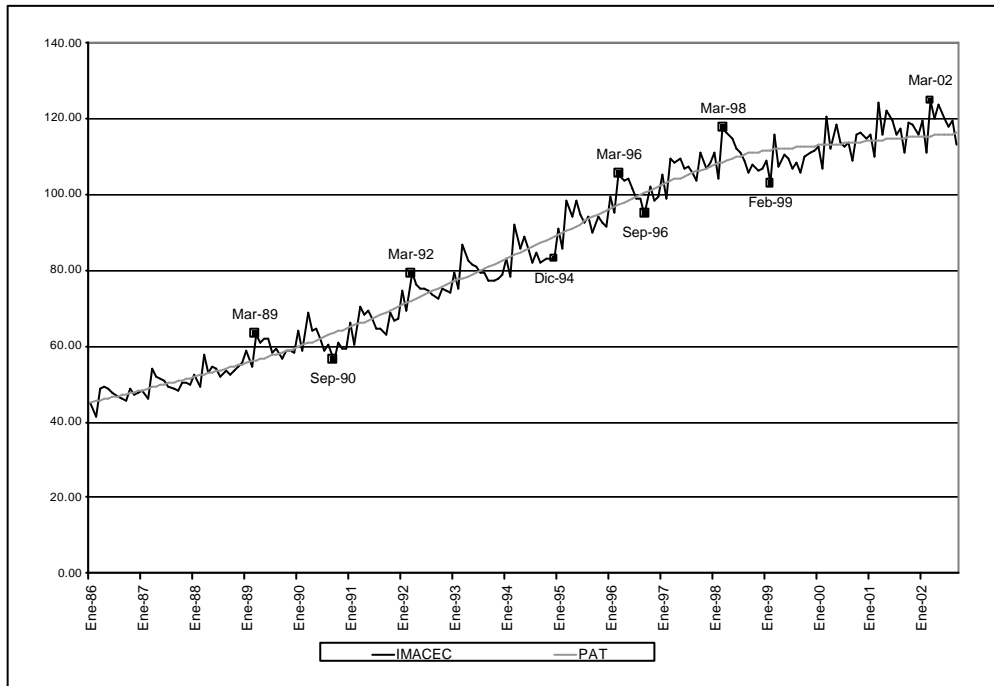
1. Los ciclos deben tener una duración mínima de 15 meses y cada fase debe durar al menos 5 meses. Se eliminan las cimas más bajas y valles más altos en los ciclos más breves.
2. Eliminación de los puntos de giro que están muy cerca del inicio o término de la series (a una distancia de a lo más 6 meses).

3. Las cimas y los valles deben alternarse. Para lo cual se selecciona la cima más alta en el caso de cimas múltiples (o del más bajo en el caso de múltiples valles).
4. Los valores extremos (outliers) se ignoran si su efecto es breve y se revierte completamente

éngase en cuenta además que para determinar la cronología de referencia se requiere que la serie de interés haya sido depurada de su tendencia y estacionalidad.

El gráfico siguiente superpone la serie del IMACEC con la tendencia estimada según el método PAT (Phase Average Trend) y las cimas y valles detectados por el procedimiento Bry- Boscan del NBER.

GRAFICO 1



III. El Procedimiento del NBER para la Construcción de Indicadores Líderes

Existen diversas metodologías de elaboración *indicadores líderes*. Sin duda el método más antiguo y aun muy utilizado es el del *National Bureau of Economic Research* (NBER). Esta ha sido precisamente la metodología que hemos usado para construir nuestros primeros *indicadores líderes*. El procedimiento del NBER se caracteriza por las siguientes etapas:

1. Desestacionalización de las series mediante el procedimiento X12. Se asume que el modelo es multiplicativo.
2. Obtención de la tendencia mediante el filtro de Hodrick y Prescott.
3. Obtención del ciclo con componente irregular, a través de la razón entre la serie desestacionalizada y la tendencia. ([1]/[2]).
4. Aplicación de promedios móviles de Henderson de 13 meses a la serie desestacionalizada, obteniendo la serie ciclo-tendencia, eliminando el componente irregular.
5. Estimación preliminar del componente irregular, a través de la razón entre las series desestacionalizada y la serie de ciclo-tendencia ([1]/[4]).
6. Estimación final del componente irregular, a través promedios móviles MCD (Month to Cyclical Dominance), entre 1 a 6 meses.
7. Obtención del ciclo a través de la razón entre las series ciclo componente irregular, obtenida en 3, y la serie componente irregular obtenida en 6 ([3]/[6]).
8. Para hacer las series comparables, de manera que los movimientos cíclicos tengan igual amplitud, las series son normalizadas: a cada observación de una serie se le resta su media, luego estas diferencias se dividen por el promedio de los valores absolutos de las diferencias. Las series normalizadas se convierten en un índice sumándoles 100. ($z_i = x_i / c$, tal que $c = \sum |x_i - \bar{x}| / n$).
9. Para evitar la interferencia entre los ciclos de series que adelantan un número distinto de períodos las series se sincronizan.
10. En nuestro caso el indicador líder fue obtenido a través de un promedio simple de las series seleccionadas normalizadas.

IV. Selección de las Series a incorporar en el Indicador Líder

En la selección de las series se deben tener en cuenta los siguientes aspectos (véase por ejemplo Everhart y Duval-Hernández (2000)):

- *Relevancia económica.* Debe haber un argumento económico en la selección de las series candidatas a constituirse en indicadores.
- *Información original.* Idealmente la información contenida en una serie no debe estar contenida en otras. Si hubiera muchas series que aportan el mismo tipo de información acerca de los ciclos, el uso no ponderado de ellas en la construcción del indicador líder lo sesgaría, pues se estaría privilegiando un aspecto particular del comportamiento del

ciclo en desmedro de otros. Sin embargo es imposible garantizar que con la inclusión de una nueva variable se esté incorporando información genuinamente independiente. Es más, es posible que dos variables estén altamente correlacionadas, a pesar de lo cual cada una de ellas tenga algo novedoso que aportar. En este contexto de multicolinealidad métodos como Regresión en Componentes Principales y Regresión “Ridge” pueden ser útiles en la extracción de dicha información.

- *Coherencia.* El comportamiento cíclico de las series seleccionadas debe ser consistente con la serie de referencia. En el caso particular de una serie líder, esta debe adelantar de una manera consistente los puntos de giro y en lo posible no tener ni más ni menos ciclos que la serie de referencia. Un procedimiento útil para seleccionar las series es la correlación cruzada.
- *Calidad estadística.* La información debe ser recolectada y procesada con una metodología estadística rigurosa, que permita seguir el comportamiento de la variable de una manera confiable.
- *Disponibilidad.* Se debe disponer de series largas, las que deben estar disponibles prontamente y sobre una base regular. Es muy importante además que estas no sufran demasiadas revisiones.
- *Suavidad.* El comportamiento de la serie no debe ser errático para que no oculte los movimientos cíclicos. Por esta razón se debe contemplar el uso de métodos de suavizamiento de la serie para eliminar el componente irregular.

Se analizaron un total de 98 series (las mismas que utiliza la GAM). Para seleccionar las series se correlacionaron los ciclos puros de cada serie con aquel del IMACEC. Se seleccionaron aquellas series que presentaban una correlación cruzada con el IMACEC de al menos 0.3 (en valor absoluto) y que lo adelantaban en al menos 3 meses. Los resultados para la totalidad de las series se encuentra en la Tabla A en el Anexo y para las 16 variables seleccionadas en la Tabla 1. Hemos separado las series seleccionadas en dos bloques: el bloque superior corresponde a aquellas series que adelantan a lo más 14 meses. El bloque inferior que corresponde a series que adelantan entre 24 y 32 meses

Al observar los resultados obtenidos puede llamar la atención que variables tales como el Índice de Ventas de Supermercados, Montos de Letras y Pagares Presentados, Generación de Electricidad, Producción Minera estén negativamente correlacionadas con el IMACEC (estas series invertidas tienen por tanto correlaciones positivas con el IMACEC). Conviene insistir que ellas corresponden en realidad a sus ciclos y no a los valores originales. Así, si se correlacionan los valores originales de las series, como es de esperar se encuentra quedichas correlaciones son positivas. Esto se debe a que todas las series presentan una fuerte tendencia que domina el ciclo, pudiendo además ocurrir que los ciclos no estén

sincronizados. En realidad es esto lo que hemos encontrado, pues al correlacionar las series de los ciclos normalizados obtenemos que la correlación más importante es negativa.

TABLA 1

Nombre de la serie	Correlación	Adelanto
MIA	0.6262	4
Pagaré reajutable del Banco Central invertido	0.6563	8
ADRIAN (promedio mensual)	0.4096	7
Captaciones invertida 90-365 días reajustables	0.4662	7
Tasa interna de retorno de letra hipotecarias invertido	0.5815	9
Indice de ventas de supermercados invertido (CNC)	0.3937	13
Indice de ventas de bienes de consumo habitual invertido (SOFOFA)	0.4279	14
Indice de ventas del comercio minorista invertido (CNC)	0.4678	14
Precio real del Cobre	0.4636	7
Importaciones de combustible y lubricantes	0.3414	11
Términos de intercambio	0.4088	7
Montos de letras y pagarés presentados, invertidos, (millones de pesos)	0.4901	24
EMBI Latin America	0.4184	26
Créditos de viviendas invertidos	0.2914	28
Generación de electricidad invertido (INE)	0.3928	28
Producción minera invertido (INE)	0.4215	33

V. Dos Indicadores Líderes del IMACEC

Con el procedimiento del NBER discutido anteriormente se han construido dos indicadores líderes, uno que involucra al total de 16 series, que adelantan entre 3 meses (MIA) y 32 meses (Indice de Producción Minera del INE), que hemos designado por Líder Total y un segundo que incluye sólo aquellas series que adelantan entre 24 meses (Montos de letras y pagarés presentados, invertidos) y 32 meses (Indice de Producción Minera del INE), que hemos designado por Líder Largo. La correlación entre las series sincronizadas del LIDER_LARGO y el IMACEC es de 0,57, mientras que la correlación entre LIDER_TOTAL y el IMACEC es de 0,79.

El comportamiento de ambos indicadores se muestra en el gráfico siguiente.

GRAFICO 2



VI. Construcción de Indicadores Líderes Mediante Regresión Ridge

Para la elaboración de este indicador líder nos basaremos en una combinación de criterios. En primer lugar consideraremos el modelo de regresión similar al propuesto por Auerbach (1982) que relaciona la serie de referencia con las k series que anticipan el comportamiento de dicha serie. Entonces, si $x_{j,t-s_j}$ es la j -ésima serie que adelanta en s_j períodos a la serie de referencia, el modelo sería:

$$y_t = \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1 x_{1,t-s_1} + \mathbf{b}_2 x_{2,t-s_2} + \dots + \mathbf{b}_k x_{k,t-s_k} + \mathbf{e}_t; \quad t = s^* + 1, s^* + 2, \dots, n \quad s^* = \max\{s_j\}.$$

En forma matricial sería:

$$\underline{y} = X \underline{\mathbf{b}} + \underline{\mathbf{e}}$$

Puesto que el propósito de un indicador líder es tratar de adelantar el comportamiento de los ciclos de crecimiento, en rigor, y_t es ciclo de la variable de referencia y $x_{1,t-s_1}, x_{2,t-s_2}, \dots, x_{k,t-s_k}$, son los ciclos de las series constitutivas del indicador líder (ciclos depurados de su tendencia).

Si se considera un modelo de este tipo será conveniente asumir que:

$$\mathbf{e}_t = \mathbf{r}_1 \mathbf{e}_{t-1} + \mathbf{r}_2 \mathbf{e}_{t-2} + u_t,$$

tal que los u_t son idéntica e independientemente distribuidos con media cero y varianza constante. Luego

$$E(\mathbf{e}) = \mathbf{0}, \quad V(\mathbf{e}) = \mathbf{S}^2 \Omega,$$

por lo que $\underline{\mathbf{b}}$ debería estimarse mediante Cuadrados Mínimos Generalizados (CMG)

$$\underline{\hat{\mathbf{b}}} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} \underline{y},$$

siendo $\hat{\Omega}$ un estimador consistente de Ω . Los valores ajustados para $t = 2, 3, \dots, n$ son:

$$\hat{y}_t = \underline{x}'_t \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \hat{\mathbf{r}}_1 (y_{t-1} - \underline{x}'_{t-1} \underline{\hat{\mathbf{b}}}) + \hat{\mathbf{r}}_2 (y_{t-2} - \underline{x}'_{t-2} \underline{\hat{\mathbf{b}}}) = \underline{x}'_t \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \hat{\mathbf{r}}_1 \hat{\mathbf{e}}_{t-1} + \hat{\mathbf{r}}_2 \hat{\mathbf{e}}_{t-2} = \underline{x}'_t \underline{\hat{\mathbf{b}}} + v_t; \quad t = 3, 4, \dots, n$$

o matricialmente

$$\underline{\hat{y}}_o = X_o \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \underline{v}_o.$$

Sea

$$\hat{v}_{n+i} = \begin{cases} \hat{\mathbf{r}}_1 \hat{\mathbf{e}}_n + \hat{\mathbf{r}}_2 \hat{\mathbf{e}}_{n-1}; & i = 1 \\ \hat{\mathbf{r}}_1 \hat{v}_{n+1} + \hat{\mathbf{r}}_2 \hat{\mathbf{e}}_n; & i = 2 \\ \hat{\mathbf{r}}_1 \hat{v}_{n+i-1} + \hat{\mathbf{r}}_2 \hat{v}_{n+i-2}; & i = 3, 4, \dots, p \end{cases}$$

entonces los valores proyectados para $t = n+1, n+2, \dots, n+p$ son

$$\hat{y}_{n+i} = \underline{x}'_{n+i} \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \hat{v}_{n+i}; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

y matricialmente

$$\underline{\hat{y}}_f = X_f \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \underline{\hat{v}}_f; .$$

Luego el indicador líder sería:

$$\underline{\hat{y}}_L = X_L \underline{\hat{\mathbf{b}}} + \underline{\hat{v}}_L,$$

con

$$\underline{\hat{y}}_L = \begin{pmatrix} \hat{y}_o \\ \hat{y}_f \end{pmatrix}; \quad X_L = \begin{pmatrix} X_o \\ X_f \end{pmatrix}; \quad \underline{\hat{v}}_L = \begin{pmatrix} \hat{v}_o \\ \hat{v}_f \end{pmatrix},$$

(Nótese que el indicador líder obtenido en la sección anterior mediante el procedimiento del NBER es precisamente de esta forma, con: $\underline{\hat{b}}' = \underline{\bar{b}}' = (0, 1/k, 1/k, \dots, 1/k)$ y $\underline{v}_L = \underline{0}$.

En un modelo de este tipo es muy probable que $\underline{\hat{b}}$ se vea afectado por multicolinealidad. Es sabido que en la presencia de multicolinealidad los coeficientes estimados por el estimador CMO no son confiables pues pueden: i) tener el signo equivocado, ii) tener varianzas muy grandes; iii) no ser significativos; iv) en oposición a los tres puntos anteriores, también es sabido que la multicolinealidad no suele afectar de manera importante las proyecciones. Luego, siendo nuestro propósito proyectar los valores futuros del ciclo de la serie de referencia, podría bastarnos la aplicación del estimador CMG, sin embargo mediante el uso de métodos alternativos de estimación, (métodos que aunque no poseen la propiedad de insesgamiento pueden tener errores cuadráticos medios más pequeños) es posible mejorar las proyecciones.

Estimadores de este tipo son los estimadores de Regresión "Ridge". En su expresión más simple tenemos el estimador "Ridge" Ordinario (RO) de \underline{b} :

$$\underline{\tilde{b}} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X + rI)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} \underline{y} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X + rI)^{-1} (X' \hat{\Omega}^{-1} X) \underline{\hat{b}},$$

donde r es un escalar positivo, que es típicamente estocástico y se obtiene de reglas tales como:

$$r = \frac{k \hat{S}^2}{\underline{\hat{b}}' \underline{\hat{b}}} \quad \text{o} \quad r = \frac{k \hat{S}^2}{\underline{\hat{b}}' X' \hat{\Omega}^{-1} X \underline{\hat{b}}}$$

Nótese que el parámetro r produce una reducción o contracción ("shrinkage") del vector de parámetros estimado, tendiendo a $\underline{0}$ cuando r crece. Esto es:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \underline{\tilde{b}} = \underline{0} \quad \text{y} \quad \lim_{r \rightarrow 0} \underline{\tilde{b}} = \underline{\hat{b}}.$$

El indicador líder se obtendría de la siguiente expresión:

$$\underline{\tilde{y}} = X_L \underline{\tilde{b}} + \underline{\tilde{v}}_L, \quad \underline{\tilde{v}}_L = \begin{pmatrix} \tilde{v}_o \\ \tilde{v}_f \end{pmatrix}$$

Sin embargo la tendencia de contraer o reducir a cero de este estimador puede no ser la más conveniente para nuestros propósitos. Una generalización del estimador “Ridge”, que podría ser más útil para la construcción de indicadores líderes, consiste en contraer el

vector de parámetros a un valor distinto de $\underline{0}$, por ejemplo $\underline{\bar{b}}$, entonces el estimador “Ridge” tomaría la siguiente forma:

$$\underline{\tilde{b}} = (X'\hat{\Omega}^{-1}X + rI)^{-1}(\underline{\tilde{b}} + X'\hat{\Omega}^{-1}\underline{y}) = (X'\hat{\Omega}^{-1}X + rI)^{-1}(\underline{\bar{b}} + X'\hat{\Omega}^{-1}X\underline{\hat{b}}).$$

En este caso tenemos que:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \underline{\tilde{b}} = \underline{\bar{b}} \quad \text{y} \quad \lim_{r \rightarrow 0} \underline{\tilde{b}} = \underline{\hat{b}}.$$

Una elección de $\underline{\bar{b}}$ conveniente para nuestros propósitos podría ser:

$$\underline{\bar{b}} = (0, 1/k, 1/k, \dots, 1/k),$$

ya que el indicador líder resultante sería un promedio entre aquel que se obtiene mediante el método del NBER y que se obtiene de la aplicación del estimador CMG. Luego el indicador líder sería:

$$\underline{\tilde{y}}_L = X_L \underline{\tilde{b}} + \underline{\tilde{v}}_L, \quad \underline{\tilde{v}}_L = \begin{pmatrix} \underline{\tilde{v}}_o \\ \underline{\tilde{v}}_f \end{pmatrix}$$

Otra posibilidad es utilizar el llamado estimador de Regresión Ridge Restringido que se define por:

$$\underline{\tilde{b}}_R = W \underline{\hat{b}}_R = [I + r(X'\hat{\Omega}^{-1}X)^{-1}] \underline{\hat{b}}_R,$$

donde $\underline{\hat{b}}_R$ es el estimador de Cuadrados Mínimos Restringidos sujeto la restricción $H\underline{b} = \underline{h}$:

$$\underline{\hat{b}}_R = \underline{\hat{b}} - (X'\hat{\Omega}^{-1}X)^{-1}H[H(X'\hat{\Omega}^{-1}X)^{-1}H']^{-1}(H\underline{\hat{b}} - \underline{h}).$$

Se puede verificar que

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R = \underline{\mathbf{0}} \quad \text{y} \quad \lim_{r \rightarrow 0} \underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R = \underline{\hat{\mathbf{b}}}_R.$$

En nuestro caso convendría definir $H = I$ y $\underline{h} = \underline{\bar{\mathbf{b}}}$, luego el estimador se reduciría a:

$$\underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R = (X' \hat{\Omega}^{-1} X + rI)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} X \underline{\bar{\mathbf{b}}},$$

por lo que

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R = \underline{\mathbf{0}} \quad \text{y} \quad \lim_{r \rightarrow 0} \underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R = \underline{\bar{\mathbf{b}}}.$$

El indicador líder sería:

$$\underline{\tilde{y}}_{R_L} = X_L \underline{\tilde{\mathbf{b}}}_R + \underline{\tilde{v}}_{R_L}, \quad \underline{\tilde{v}}_{R_L} = \begin{pmatrix} \underline{\tilde{v}}_{R_o} \\ \underline{\tilde{v}}_{R_f} \end{pmatrix}.$$

VI. Resultados Empíricos

Puesto que el propósito de este estudio es detectar los ciclos de crecimiento en el IMACEC, las variables consideradas en la ecuación a estimar están referidas a sus ciclos normalizados. Luego la ecuación a estimar considera el ciclo normalizado del IMACEC como variable dependiente y como variables explicativas se incluyen los ciclos normalizados de: Montos de Letras y Pagares Presentados de la SBIF, invertido, (X_1); Emerging Market Bond Index para Latinoamérica (X_2); Créditos de Vivienda de la SBIF, invertido, (X_3); Índice de Producción Minera del INE, invertido, (X_4). Es decir, para la construcción del indicador líder se adopta el criterio del NBER en todas sus etapas, excepto la etapa final en que la agregación de las series se hace mediante un procedimiento de regresión.

Primeramente consideremos la ecuación estimada mediante CMG. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 2

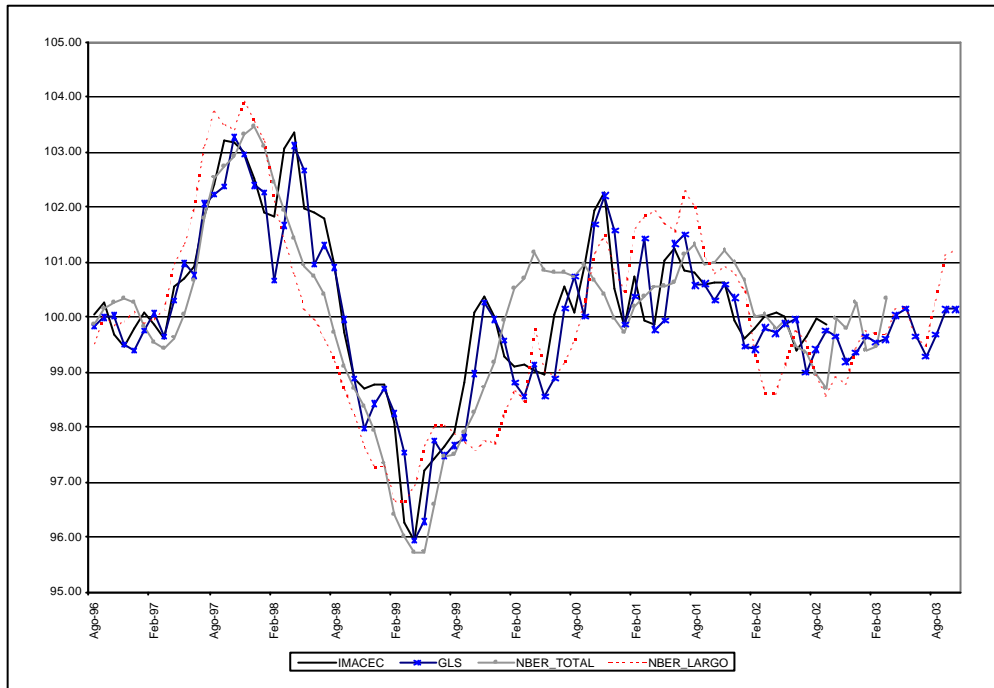
Variabes	Coefficientes	Error Estándar	Estadística - T	Probabilidad
Constante	36.65445	12.84374	2.853877	0.0058
X_1	0.236907	0.083504	2.837087	0.0061
X_2	0.239067	0.098159	2.435501	0.0176
X_3	0.062094	0.066263	0.937083	0.3522
X_4	0.094618	0.085832	1.102361	0.2744
AR(1)	1.144051	0.115391	9.914539	0.0000
AR(2)	-0.391484	0.115182	-3.398835	0.0012
R^2 ajustado	0.869499		Estadística - F	79.84273
Durbin - Watson	1.770511		Probabilidad	0.00000

El ajuste obtenido es bueno, pero surge la pregunta de cuanto de esto se debe al aporte de los términos autorregresivos. El simple ajuste con Cuadrados Mínimos Ordinarios (CMO) tiene un R^2 ajustado de 0,56, y si a este se le agrega un término autorregresivo de orden 1, entonces el R^2 ajustado sube a 0,85. De esto se deduce que la inclusión del primer término autorregresivo hace un aporte significativo a la regresión, en cambio la inclusión del segundo término aporta muy poco, prácticamente no tiene efecto sobre las proyecciones y su único efecto es mejorar la estadística de Durbin-Watson.

Lo primero que salta a la vista son los signos de los coeficientes de X_1 , X_3 y X_4 , los que pudieran considerarse contrarios a lo esperado, pero que son sin embargo consistentes con los signos de las correlaciones reportadas en la Tabla 1. La explicación de este fenómeno es la que ya dimos bajo la Tabla 1. Además cabe hacer notar que hay dos coeficientes que no son significativos (X_3 y X_4). Esto es consecuencia de la existencia de una multicolinealidad entre el intercepto y las variables X_3 y X_4 por una parte, y una segunda multicolinealidad que involucra a X_1 y X_2 . En el Gráfico 3 se contrasta el indicador líder resultante con aquel obtenido mediante el método del NBER.

Debido a la existencia de parámetros no significativos podría ser tentador eliminarlos, sin embargo esta no es necesariamente una buena estrategia cuando hay multicolinealidad ya que, como argumentáramos anteriormente, esta no suele afectar mayormente las proyecciones. Para comprobar esto se estimó un modelo, cuyos resultados no se reportan, en que excluyen las variables no significativas (X_1 y X_5), obteniéndose esencialmente las mismas proyecciones. Por otra parte el problema de la multicolinealidad puede ser tratado

GRAFICO 3



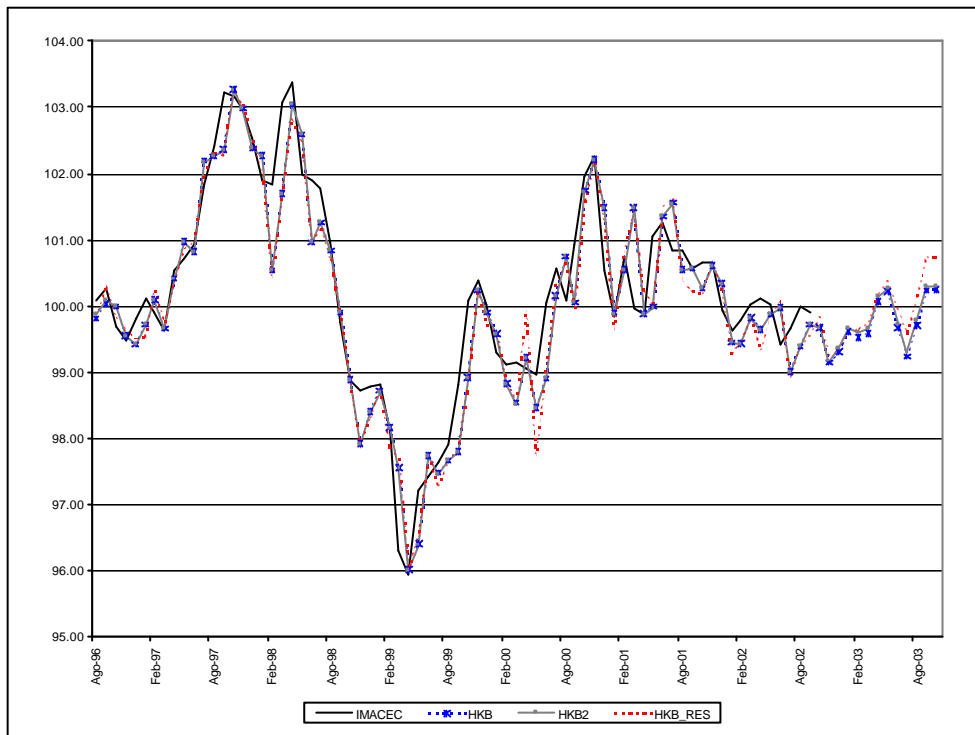
mediante los métodos de Regresión “Ridge” discutidos anteriormente. Las ecuaciones estimadas producto de la aplicación de dichos estimadores son las siguientes:

TABLA 3

Variables	GLS	HKB	HKB2	HKB Rest.
Constante	36.654449	23.803371	24.965643	0.000879
X_1	0.236907	0.271453	0.268364	0.249998
X_2	0.239067	0.273017	0.268324	0.249998
X_3	0.062094	0.083555	0.084245	0.249999
X_4	0.094618	0.133465	0.129532	0.249997

Los indicadores líderes resultantes se presentan en los gráficos siguientes:

GRÁFICO 4



Se puede apreciar que todos ellos tienen un comportamiento similar, siguen de cerca el ciclo normalizado del IMACEC y además apuntan, al igual que el indicador líder construido con la metodología del NBER, a un crecimiento de la economía.

Es interesante constatar que los indicadores líderes construidos con la metodología "Ridge" no difieren esencialmente del indicador obtenido con el estimador GLS. De ello podría concluirse, de manera un tanto apresurada, que los primeros podrían ser desechados. Hay al menos tres razones que apuntan en la dirección contraria: en primer lugar los indicadores basados en RR son mucho más flexibles, sin ser mucho más complejos; en segundo lugar, en modelos de este tipo, es conveniente incluir un número apreciable de variables explicativas (si las hay disponibles), aunque ello agravaría los problemas de multicolinealidad, justificando el uso de RR; por último, es también útil poder constatar que los indicadores líderes construidos con RR producen resultados consistentes, al menos cualitativamente, con indicadores construidos mediante otras metodologías.

VII. Conclusiones

En este trabajo nos hemos ocupado del desarrollo de indicadores líderes mediante una nueva metodología. El procedimiento adoptado consiste en descomponer la serie en tendencia, ciclo, componente estacional y componente irregular, y luego estimar cada uno de ellos separadamente. En el caso particular del ciclo esto se hace mediante un modelo de regresión estimado con RR. Posteriormente se utiliza la metodología propuesta para obtener un indicador líder del IMACEC. Hemos encontrado que todos los indicadores líderes que hemos construido con diversas metodologías apuntan de manera consistente a un mejoramiento de la economía.

Aunque este trabajo no ha tenido el propósito de proyectar el IMACEC sobre la base de los indicadores líderes aquí propuestos, esperamos a futuro elaborar una metodología basada en ellos que nos permita hacer proyecciones. Otro aspecto que esperamos implementar es el cálculo de probabilidades de recesión expansión con base en la metodología de Hamilton (1989).

Anexo

TABLA A

Nombre de la serie	Correlación Adelanto	
Quiebra de empresas	-0.5348	5
Precio nominal del Cobre	0.4721	7
Precio real del Cobre	0.4636	7
EMBI Latin America	0.4636	26
EMBI	0.4388	26
EMBI Chile	-0.6240	7
EMBI Chile Invertido	0.5697	7
Empleo		
Tasa de desempleo nacional (INE)	-0.7525	-3
Tasa de desempleo Región. Metropolitana (INE)	-0.7054	-4
Ventas		
Indice de ventas industriales de bienes de consumo habitual (SOFOFA)	-0.4412	14
Indice de ventas industriales de bienes de consumo habitual invertido (SOFOFA)	0.4279	14
Indice de ventas industriales de bienes de consumo durable (SOFOFA)	0.4298	-1
Indice de ventas de supermercados (INE)	0.5065	-15
Indice de ventas de supermercados (CNC)	-0.4325	13
Indice de ventas de supermercados invertido (CNC)	0.3937	13
Indice de ventas del comercio minorista (CNC)	-0.5062	14
Indice de ventas del comercio minorista invertido (CNC)	0.4678	14
Indice de ventas industriales de bienes de consumo habitual (INE)	0.718	1
Indice de ventas industriales de bienes de consumo durable (INE)	-0.5627	-13
Indice de ventas industriales de bienes de capital (INE)	0.3853	-1
Número de autos vendidos	0.7253	0
Indice de ventas industriales de bienes de capital (SOFOFA)	0.3333	-11
Venta de bienes intermedios (SOFOFA)	0.7036	-2
Indice de ventas física (SOFOFA)	-0.4311	17
Indice de ventas física invertido (SOFOFA)	-0.4385	1
Indice de ventas física sin cobre (INE)	0.5914	1
Producción		
Producción minera (INE)	-0.4218	32
Producción minera invertido (INE)	0.4184	35
Indice de producción física (SOFOFA)	0.5015	-1
Indice de producción física sin cobre (INE)	0.7534	1

(continuación)

Nombre de la serie	Correlación Adelanto	
Construcción		
Despacho de materiales de construcción	0.6114	0
Despacho de cemento	0.7339	-2
Despacho de fierro	0.4606	1
Despacho de hormigón	0.752	-4
Edificación de obras nuevas (1000m2)	0.5769	0
Viviendas nuevas (1000m2)	0.6236	1
Permisos de construcción para industria y servicios	-0.4293	-24
Ofertas del mercado inmobiliario	0.62	-9
Ventas de materiales de construcción a proveedores	0.6408	0
Ventas del mercado inmobiliario	-0.4096	-5
Energía		
Distribución de electricidad (INE)	0.5965	0
Generación de hidroelectricidad (INE)	0.7461	1
Generación de hidroelectricidad (% del total de electricidad)	0.7408	1
Generación de electricidad (INE)	-0.347	28
Generación de electricidad invertido (INE)	0.3928	28
Ventas de energía SIC (GWatts)	0.471	-1
Consumo eléctrico industrial (SOFOFA)	0.4301	-3
Variables Monetarias		
M1A	0.6262	4
M2A	0.4896	0
M3	0.5299	0
M4	0.5262	0
M5	0.5570	0
M6	0.5768	0
M7	-0.5189	21
M7 invertido	-0.5102	0
Cheques, Letras y Pagarés		
Número de cheques presentados	0.4437	-1
Montos de cheques presentados (millones de pesos)	0.4578	2
Número de letras y pagarés presentados	-0.2825	-18
Montos de letras y pagarés presentados (millones de pesos)	-0.4794	24
Montos de letras y pagarés presentados invertidos (millones de pesos)	0.4915	24
Porcentaje de cheques protestados en relación al monto	0.5894	-10
Porcentaje de letras y pagarés protestados en relación al número	0.4754	-15
Porcentaje de letras y pagarés protestados en relación a monto	0.4735	-16
Variables Financieras		
Tipo de cambio real	-0.3024	-3

(continuación)

Nombre de la serie	Correlación Adelanto	
Captaciones 90-365 días reajustables	-0.6427	7
Captaciones invertida 90-365 días reajustables	0.4662	7
Tasa interna de retorno de letra hipotecarias	-0.6173	8
Tasa interna de retorno de letra hipotecarias invertido	0.5815	9
Pagaré reajutable del Banco Central	-0.6563	8
Pagaré reajutable del Banco Central invertido	0.6563	8
PRC a 20 años	0.4471	-1
PRC a 14 años	0.4715	-2
PRC a 12 años	0.4465	-2
Indice de condiciones monetarias	0.7253	0
Cartera vencida	-0.5455	0
IPSA	-0.5983	-10
IGPA	-0.7171	-10
ADRIAN (promedio mensual)	0.4096	7
Créditos de viviendas	-0.2888	27
Créditos de viviendas invertidos	0.2914	28
Créditos de consumo SBIF (millones de UF)	0.4937	-5
Comercio Exterior		
Importaciones de bienes de consumo	0.81	1
Importaciones de bienes de capital	0.7054	-2
Importaciones de bienes intermedios	-0.5902	-14
Importaciones de combustible y lubricantes	0.3414	11
Importaciones (no incluye combustible y lubricantes)	0.7945	0
Total importaciones (FOB)	0.7059	0
Exportaciones industriales	-0.6207	-14
Exportaciones mineras	-0.5676	-15
Exportaciones Agropecuarias, Silvícolas y Pesca	0.3486	-34
Total de exportaciones (FOB)	-0.6036	-15
Exportaciones de cobre	-0.5423	-15
Exportaciones de no cobre	-0.6219	-15
Exportaciones principales (excluye cobre)	0.5853	-33
Resto de las exportaciones mineras	-0.5789	-15
Términos de intercambio	0.4088	7

BIBLIOGRAFÍA

- Auerbach, A.J. (1981). "The Index of Leading Indicators: Measurement without Theory Twenty-five Years Later". *Working Paper NBER* N°761.
- Bravo, Héctor Felipe, y Helmut Franken (2002). "Un Indicador Líder del IMACEC". *Revista de Análisis Económico* 17, junio.
- Chang-Jin K. y N. Charles (1999). "State Space Models with Regime Switching". *MIT Press*
- Chang, L. Ch., J. Stock, y Watson M.. (1999). "A Dynamic Factor Model Framework for Forecast Combination." *Spanish Economic Review*, 1.
- Crispi, J. (1994). "Indicadores Líderes en Chile: Diseño y Extracción de Señales". *Revista Estadística y Economía* N°8, INE, junio.
- Dion, R. (1999) "Indicator Models of Core Inflation for Canada". Bank of Canada, julio.
- Everhart, S. y Duval-Hernández, R. (2000). "Leading Indicator Project: Lithuania". *Working Paper*, World Bank.
- Gruber, M. (1998). *Improving Efficiency by Shrinkage*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Hamilton, J., (1989). "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle". *Econometrica* 57.
- Hoerl, A. and Kennard, R. (2000). "Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems". *Technometrics* 42, 105 – 123
- Hoerl, A. Kennard, R., y Baldwin, K. (1975) "Ridge Regression: Some Simulations". *Communications in Statistics: Theory and Methods* A4 .
- Kibria, B. M. G. (1996). "On Preliminary Test Ridge Regression Estimators for Linear Restrictions in a Regression Model with Non-Normal Disturbances." *Communications in Statistics: Theory and Methods* 25.
- Lahiri, K., y Moore, G. (1991). "*Leading economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*". Cambridge University Press.
- Lawless, J. and Wang, P. (1976). "A Simulation Study of Ridge Regression and Other Regression Estimators". *Communications in Statistics*, A5, 1615-1624.
- Marcel, M., y Meller P. (1983). "Indicadores Líderes de Recesión y Expansión Económica". Colección de Estudios *Cieplan* N° 11.
- Nilsson, R. (2000). "OECD System of Leading Indicators". Working Paper, OECD
- Suárez, L. (1998). "ILAV" Indicador Líder de Actividad Larraín Vial. Nota Técnica Larraín Vial, abril.

Stock, J. y Watson M. (1992). “New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators”, *NBER Working Papers Series R1380* abril.

Stock, J. y Watson M. (1998a). “Diffusion Indexes”. *NBER Working Papers Series 6702*.

Stock, J. y Watson M. (1998b). “Forecasting Inflation”, *NBER Working Papers*, Septiembre.

**Documentos de Trabajo
Banco Central de Chile**

**Working Papers
Central Bank of Chile**

NÚMEROS ANTERIORES

PAST ISSUES

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: bcch@bcentral.cl.

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doctrab.htm>. Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: bcch@bcentral.cl.

- | | |
|--|--------------|
| DTBC-207
El Embrague Financiero: Un Mecanismo Alternativo de Amplificación Bancaria
Elías Albagli | Marzo 2003 |
| DTBC-206
Efectos de las Intervenciones en el Mercado Cambiario: el Caso de Chile
Matías Tapia y Andrea Tokman | Marzo 2003 |
| DTBC-205
Policy Evaluation and Empirical Growth Research
Steven N. Durlauf | Marzo 2003 |
| DTBC-204
Growth and Adjustment in Chile: A Look at the 1990s
Vittorio Corbo y José A. Tessada | Marzo 2003 |
| DTBC-203
Microeconomic Effects of Capital Controls: The Chilean Experience during the 1990s
Francisco A. Gallego y F. Leonardo Hernández | Febrero 2003 |
| DTBC-202
Building Confidence Intervals for the Band-Pass and Hodrick-Prescott Filters: An Application using Bootstrapping
Francisco A. Gallego y Christian A. Johnson | Febrero 2003 |

DTBC-201	Febrero 2003
Dinero e Inflación: ¿En qué Estamos? José De Gregorio	
DTBC-200	Febrero 2003
Exploring the Implications of Official Dollarization on Macroeconomic Volatility Roberto Duncan	
DTBC-199	Enero 2003
Errores de Proyección en Perspectiva E. Albagli, G. Contreras, P. García, I. Magendzo y R. Valdés	
DTBC-198	Enero 2003
Dinero e Inflación en el Marco de Metas de Inflación Pablo García S. y Rodrigo Valdés P.	
DTBC-197	Enero 2003
Efectos de la Nominalización de la Política Monetaria en Chile R. Fuentes, A. Jara, K. Schmidt-Hebbel, M. Tapia y E. Arraño	
DTBC-196	Enero 2003
The Role of Foreign Direct Investment and Natural Resources in Economic Development José De Gregorio	
DTBC-195	Enero 2003
Trade Intensity and Business Cycle Synchronization: Are Developing Countries any Different? César Calderón, Alberto Chong y Ernesto Stein	
DTBC-194	Diciembre 2002
Fiscal and Monetary Policy Coordination in EMU Jürgen von Hagen y Susanne Mundschenk	
DTBC-193	Diciembre 2002
Reflections on the Optimal Currency Area (OCA) Criteria in the Light of EMU M.J. Artis	
DTBC-192	Diciembre 2002
Growth, Integration, and Macroeconomic Policy Design: Some Lessons for Latin America David Begg	