

## ESTIMACIÓN DE INDICADORES LÍDERES DEL INACER Y SU APLICACIÓN EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA\*

Sonia Salvo Garrido<sup>1</sup> Ana Moraga Pumarino<sup>2</sup>  
Víctor Riquelme Riffo<sup>3</sup> Yenniel Mendoza Carbonell<sup>4</sup>  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA, CHILE

Luis Firinguetti Limone<sup>5</sup>  
UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, CHILE

### Resumen:

El presente trabajo, tiene por objetivo generar un enfoque alternativo para la construcción de Indicadores Líderes Regionales que adelanten en un trimestre la evolución del Índice de Actividad Económica Regional. Se construyó un Indicador Líder mensual para el Índice de Actividad Económica Regional de la Región de la Araucanía con series de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas regional que abarcan un período de 15 años. El indicador se correlacionó en un 0.96 y presentó un error de pronóstico promedio de 0.28.

**Palabras claves:** Indicadores Líderes Regionales, filtro de Baxter y King, Months for Cyclical Dominance.

**Clasificación JEL:** C50, C52, C53, R10, R15.

### 1.- INTRODUCCIÓN

La variabilidad en los niveles de actividad y producción es una característica común en toda economía. Las fluctuaciones de la actividad económica, reflejadas en los ciclos económicos, se miden principalmente a través de las variaciones anuales del Producto Interno Bruto (PIB); el hecho de medir la producción nacional en periodos de un año, sumado al hecho de que el valor final del PIB es conocido con aproximadamente dos años de retraso, representa uno de los principales inconvenientes de este indicador.

---

\* El trabajo que da origen a este artículo recibió financiamiento de la Dirección de Investigación de la Universidad de La Frontera a través del Proyecto DIUFRO 120524.

<sup>1</sup> [ssalvo@ufro.cl](mailto:ssalvo@ufro.cl) / <sup>2</sup> [amoraga@ufro.cl](mailto:amoraga@ufro.cl) / <sup>3</sup> [vriquelme@geseinnova.cl](mailto:vriquelme@geseinnova.cl) / <sup>4</sup> [ymendoza@ufro.cl](mailto:ymendoza@ufro.cl) / <sup>5</sup> [lfiringu@ubiobio.cl](mailto:lfiringu@ubiobio.cl)

En respuesta a la necesidad de contar con un indicador de mayor periodicidad, se diseñó un índice de actividad económica capaz de explicar aquellos procesos contractivos y expansivos en el corto plazo, el cual en Chile, recibe el nombre de IMACEC (Indicador Mensual de Actividad Económica). Sin embargo, dada la alta diversidad de los movimientos en la actividad económica de las regiones del país, se hizo necesario también contar con un indicador de la evolución económica de las distintas regiones. De esta forma, en el año 1999 nace el Indicador Mensual de Actividad Económica Regional, INACER (INE, 1999). En 1999 este indicador se construyó para diez de las trece regiones de Chile para luego ser elaborado para las trece regiones en el 2000. No obstante la serie INACER se construye desde el primer trimestre de 1992, siendo el promedio de este año la base del índice. Posteriormente se actualizó el año base a 1996.

Debido a la metodología utilizada, los valores finales del IMACEC e INACER son publicados con aproximadamente 30 y 45 días de rezago, respectivamente, respecto del periodo que representan, lo cual merma la utilidad de estos indicadores como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el corto plazo. De esta forma, surge la necesidad de contar con algún tipo de indicador que proporcione un marco de información confiable que permita prever la evolución del ciclo económico, para tomar así medidas correctivas necesarias y oportunas para desenvolverse adecuadamente en medio de la coyuntura futura. Estos indicadores reciben el nombre de Indicadores Líderes Compuestos.

Para analizar cómo se han ido generando indicadores líderes compuestos, es necesario remontarse al trabajo desarrollado por Arranz y Elias (1984) quienes analizaron el ciclo de referencia para Argentina entre los años 1960 y 1982. Después de desestacionalizar las series determinaron los puntos de giro y, aplicando la metodología del *National Bureau of Economic Research*, NBER, (Burns y Mitchell, 1946), construyeron un índice de difusión calculando la diferencia entre el porcentaje de series que cada mes alcanza un pico y el porcentaje que alcanza una sima. En esa misma época, Rosas (1986) construyó un sistema de Indicadores Líderes para Venezuela entre 1968 y 1982. Con cinco series obtuvo un índice de difusión considerado como el ciclo de referencia. La inspección de diferentes series indica que el Promedio Semanal de Horas Trabajadas (industria), el Índice de Precios al Productor (IPP) de Bienes Intermedios, el Índice de Transacciones del Mercado de Valores, el Monto de Capitales Suscritos, el Valor Real de los Permisos de Construcción, la Velocidad de Dinero, el Multiplicador Monetario y la Liquidez Monetaria, adelantaron los cinco puntos de giro del ciclo venezolano. El estudio de Muñoz (1992) sobre Costa Rica usa el crecimiento del Índice Mensual de la Actividad Económica para determinar la cronología del ciclo económico para los años 1976 y 1992. Identifica, con la metodología del NBER, diez series que adelantan el ciclo. Cinco de éstas forman el índice compuesto: Importaciones de Materia Prima, Ventas Locales de Cemento, Medio Circulante,

Crédito al Sector Público y los Gastos Efectivos del Gobierno. Everhart y Duval-Hernández (2000) en su estudio para el Banco Mundial acerca de la elaboración de un Indicador Líder de la economía lituana, utilizaron una modificación de la metodología elaborada por la división estadística de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD. Estas modificaciones consisten en la incorporación de técnicas estadísticas que facilitan el proceso de estimación. La serie proxy de la actividad económica utilizada fue el Índice de Producción Industrial, fueron seleccionadas nueve series para la construcción del índice, entre las cuales se pueden destacar Préstamos del Gobierno a Bancos, Tipo de Interés de Préstamos en Litas, Desempleo y la tasa de Cambio Real Efectiva. El trabajo de Ochoa y Lladó (2002) para el Banco Central de Reservas del Perú, tuvo por objetivo el desarrollo de un modelo de Indicadores Líderes para predecir, con varios meses de anticipación, los puntos de quiebre de la actividad económica del Perú. Como variable proxy de la actividad económica se empleó el Producto Interno Bruto Real, el cual es estimado a nivel mensual en este país. Se efectuó la estimación de dos Indicadores Líderes: uno para la trayectoria del ciclo del PIB y otro para identificar los puntos de giro de dicho ciclo. En el primer caso se empleó el método de Auerbach (1982) en la forma presentada en Bravo y Franken (2002); en el segundo, se acudió al método desarrollado por The Conference Board de los Estados Unidos de América; bajo el método de Auerbach se obtuvo un Indicador Líder con buenas propiedades de predicción que permite predecir el PIB con dos meses de adelanto. Con el modelo de The Conference Board los inicios de las expansiones son detectados con más anticipación que los inicios de las recesiones. Melo y otros (2003) para el Banco de La República y Universidad Nacional de Colombia, tuvo como objetivo el proponer una metodología para calcular un Indicador Líder de la actividad económica colombiana, basado en una modificación del método de Stock y Watson (1989, 1991, 1992); además, se utilizó la técnica del filtro de Kalman para estimar la tendencia de las series.

En cuanto a la experiencia chilena, existen múltiples incursiones en este campo, comenzando por el estudio de Marcel y Meller (1983), el cual define el Producto Nacional Bruto (PNB) trimestralizado como el ciclo de referencia. El período corto, de ocho años (1974-1982), no les permitió determinar más que tres puntos de giro. La identificación de estos puntos fue realizada a juicio de los autores y no se basa en una versión de la metodología del NBER. Estos autores identificaron las Ventas de Bienes de Consumo Durable, M1 (Real) y el Índice Real de Precios de las Acciones de la Bolsa de Comercio de Santiago como series que adelanten el ciclo de referencia. Coincidente con este ciclo, son el Consumo Industrial de Energía, el Despacho de Cemento y las Importaciones de Insumos Intermedios. Los Salarios Reales y M2 (Real) se identificaron como series rezagadas. Sin embargo, el comportamiento de estas series con respecto al ciclo es contradictorio, porque no registran un rezago en todos los puntos de

giro. Crispi (1994), utilizando la metodología del NBER seleccionó siete series de ochenta, con las cuales construyó un Indicador Líder para el IMACEC. Las series referidas son: Índice General de Precios de Acciones en Términos Reales (IGPA), M1 Ampliado Real (M1A), Índice de Venta de Bienes de Consumo Durable (VBCD), Índice de Ventas de Bienes Intermedios para la Construcción (VBIC), Precio del Cobre en Términos Reales (PC) e Inverso del Índice de Protestos de Cheques Bancarios (PCH). Bravo y Franken (2002), propusieron una metodología y construyeron un Indicador Líder para la actividad económica en Chile medida por el IMACEC durante el período 1988-2001. Se implementaron diversas metodologías y se construyeron cuatro Indicadores Líderes, de los cuales los elaborados por el método del NBER resultaron ser más satisfactorios en términos de la evaluación de señales. Estos indicadores lograron anticipar los cambios de fase del ciclo en un trimestre. Como sugerencia para líneas de investigación futura, plantearon orientar los esfuerzos hacia mejoramientos metodológicos en la construcción de Indicadores Líderes; en este contexto, una crítica válida a la metodología utilizada se refiere al mecanismo de ponderación de las series individuales dentro del Indicador Líder. La ponderación que se utilizó fue un promedio ponderado, donde el factor de ponderación es función de una calificación evaluativa para cada serie que contiene elementos subjetivos. Una forma más objetiva de ponderación, corresponde a un promedio ponderado, que asigna un factor de peso más alto a las series más "informativas" y menor peso a aquellas series más "ruidosas". Para estos propósitos es necesario utilizar análisis de factores. Sin embargo, la aplicación de este tipo de literatura en EE.UU no ha arrojado conclusiones muy prometedoras, pues luego de un complejo proceso de estimación se obtienen indicadores muy similares a los de la metodología del NBER tradicional (Murasawa, 1998). Firinguetti y Rubio (2003) desarrollaron un Indicador Líder del IMACEC que se basó en la metodología del NBER, pero con una diferencia importante: para agregar las series se utilizó una regresión tipo "Ridge". De hecho, para desarrollar dicho trabajo, los autores señalados usaron un total de 98 series, de las cuales se seleccionaron aquellas series que presentaron una correlación cruzada con el IMACEC de al menos 0,3 (en valor absoluto) y que lo adelantaron en al menos tres meses. Dicho trabajo culmina con la elaboración de dos Indicadores Líderes, uno llamado Líder Total, que involucra un total de 16 series, que adelantaron entre 3 y 32 meses, y un segundo indicador denominado Líder Largo que incluyó sólo aquellas series que adelantaron entre 24 y 32 meses. La correlación entre las series sincronizadas del Líder Largo y el IMACEC es de 0,57, mientras que la correlación entre Líder Total y el IMACEC es de 0,79. Se encontró que todos los Indicadores Líderes contruidos a través de diversas metodologías apuntaban de manera consistente a un mejoramiento del estado de la economía de aquella época. Gallardo y Pedersen (2007) aplican la metodología propuesta por la *Organization for Economic Cooperation and Development* (OCDE) para calcular un Indicador líder compuesto (ILC) para once países de de la región de América Latina con la fina-

lidad de construir un agregado, encontrando que existen tres ciclos que duran en promedio 41 meses. Posteriormente, Pedersen (2008) desarrolló un ILC para la actividad económica en Chile utilizando la metodología de la OCDE para calcular este indicador como indicador del IMACEC de Chile, constituido por 10 variables y con buenas características como indicador líder.

Finalmente y en el contexto de Indicadores Líderes Regionales, Henríquez (2004), desarrolló un trabajo que apunta a construir un Indicador Líder para el INACER de la Región de la Araucanía ocupando la metodología del NBER. Esta metodología consistió en estudiar un número de series mensuales, referentes a indicadores de los diversos mercados de la región, como el productivo y laboral, con el fin de detectar las series que tienen un buen comportamiento cíclico y clasificarlas según sus puntos de giro en coincidentes, rezagadas y adelantadas con relación al INACER. Cabe destacar que este trabajo no incluyó series pertenecientes al sistema financiero ni al sector exterior. Si bien el resultado del estudio anticipa de manera adecuada los puntos de giro de la serie de referencia, el indicador no es utilizado de manera regular. Otros problemas que se desprenden de este análisis es que la construcción de Indicadores Líderes Regionales presentan algunas diferencias respecto de sus equivalentes nacionales. Para comenzar, la serie IMACEC es de periodicidad mensual mientras que el INACER es una serie trimestral. Además, el INACER posee un número considerablemente menor de series y observaciones. Por ello, se cree que, así como el IMACEC no sería un indicador apropiado para describir la evolución de las economías regionales, los Indicadores Líderes de esta serie tampoco serían apropiados para prever la evolución de dichas economías.

Dada esta situación, el objetivo general de este estudio es generar un enfoque alternativo para la construcción de Indicadores Líderes Regionales que permitan anticipar, en un trimestre, las fluctuaciones de la actividad económica regional, representadas por el INACER.

## **2.- MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización de este estudio se contó con 47 series de la Región de La Araucanía, representativas de los distintos sectores económicos de mayor relevancia regional, distribuidas de la siguiente manera: sector construcción (17 series), sector financiero (10 series), sector comercio (8 series), sector transporte (2 series), sector servicio (3 series), sector alimento (3 series), sector silvoagropecuario (2 series), sector empleo (1 serie) y sector turismo (1 serie), facilitadas por el INE de la Región de La Araucanía. La información referente a la profundidad de las series es resumida en la Tabla I.

Tabla I. Profundidad de las series

<i>No. de Series</i>	<i>Inicio</i>	<i>Término</i>	<i>No. Observaciones</i>
31	ene-92	dic-09	216
10	ene-98	mar-09	135
4	ene-95	jul-09	175
2	ene-01	jun-09	102

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos del INE Región de La Araucanía.

### 2.1. Construcción de Indicadores Líderes

Se puede desprender de las experiencias revisadas que existen cuatro pasos comunes en la construcción de Indicadores Líderes. Cada uno de estos pasos son, en distinta medida, determinantes en la calidad del Indicador Líder obtenido. A saber:

#### Paso 1: Selección de las Series Candidatas

Según Everhart y Duval-Hernández (2000), Ochoa y Lladó (2002), estos criterios son los siguientes: significado económico, información original, conformidad y consistencia temporal, calidad estadística, disponibilidad, suavidad y representatividad.

#### Paso 2: Tratamiento de las Series Candidatas

La teoría de series temporales indica claramente que existen tres tipos de componentes en una serie: tendencia, componente estacional y otras fluctuaciones irregulares. Las distintas experiencias revisadas coinciden en señalar que es recomendable trabajar con series desestacionalizadas, sin componente tendencial y que han recibido un adecuado tratamiento de su componente irregular. Para llevar a cabo estas tres actividades, se cuenta con una amplia gama de herramientas matemáticas y estadísticas muy conocidas en la literatura especializada. Para el tratamiento de la tendencia lo más utilizado es la aplicación de filtros a los datos como el de Hodrick y Prescott (1997) y el de Baxter y King (Flores, 2003).

El papel de la estacionalidad es crucial en el análisis de series económicas, pues influye en las propiedades estadísticas de las series de tiempo. En efecto, un mal manejo puede producir una mala especificación de modelos econométricos, provocando no sólo una baja capacidad descriptiva sino que además malas

predicciones (Bravo y otros, 2002). En esta investigación se utilizan dos métodos para la desestacionalización de series: el método de Figueroa (Henríquez, 2004) y el método ARIMA (X11 o X12).

La metodología utilizada para sustraer de la serie el componente irregular es la metodología de los Months for Cyclical Dominance (MCD). El MCD es el primer mes, en un horizonte de entre 1 y 6 meses, para el cual, la componente cíclica de la serie supera al componente estacional. Este paso consiste en tratar de eliminar el componente irregular de las desviaciones de la tendencia  $y_t^g$ , como una forma de aproximación al componente cíclico  $y_t^c$ . Este método se resume en el siguiente algoritmo:

- i) Se aplica la media móvil de Spencer o de Henderson sobre las desviaciones de la tendencia  $y_t^g$  para obtener una serie de desviaciones de tendencia suavizada, la cual denominaremos  $SP(y_t^g)$ ; esta serie se toma como una primera aproximación al ciclo  $y_t^c$ . La media móvil de Spencer es una media móvil de orden 15, pero con ponderadores que simula un comportamiento cíclico en los fragmentos de la serie. Los ponderadores son: -6, -5, 3, 21, 46, 67, 74, 67, 46, 21, 3, -5, -6, -3 (donde la suma es igual a 320, es decir, cada número que entra en la media móvil de Spencer se multiplica por su ponderador y se divide por 320). Por su lado, la media móvil de Henderson es de orden trece y comparte todas las características de la media móvil de Spencer. Sus ponderadores son: -325, -468, 0, 1.100, 2.475, 3.600, 4.032, 3.600, 2.475, 1.100, 0, -468, -325 (donde la suma es igual a 16.796, es decir, cada número que entra en la media móvil de Henderson se multiplica por su ponderador y se divide por 16.796).
- ii) Se calcula un indicador de regularidad MCD que detecta los meses donde la componente cíclica  $y_t^c$ , domina la componente irregular  $\varepsilon_t$  en la serie de desviaciones de la tendencia  $y_t^g$ . Se sabe que:

$$y_t^c = SP(y_t^g) \quad (1)$$

$$\varepsilon_t = y_t^g - SP(y_t^g) \quad (2)$$

Tanto en la serie  $y_t^c$  como en la serie  $\varepsilon_t$ , obtenidas en la forma expresada arriba, se calculan los promedios de las tasas de variación absolutas en  $n$  meses, así:

$$Y = \frac{1}{n} \sum (Y_t - Y_{t-n}) \quad (3)$$

Donde  $n = 1, 2, \dots, 6$  (límite en 6) para series mensuales y  $n = 1, 2$  para series trimestrales. Se escoge como MCD el primer valor de  $n$  para el cual  $Y$  es mayor en valor absoluto para la componente cíclica  $y_t^c$  que para la irregular  $\varepsilon_t$ .

iii) Definido el MCD de cada serie, se realizan promedios móviles de la amplitud de su MCD. De esta manera, todas las series quedan con igual MCD (=1), indicando que cada una está libre del componente irregular. Este paso es importante en la medida que no se quiere que el índice compuesto final pueda estar influenciado fuertemente por un componente irregular que por su naturaleza no expresaría adecuadamente la evolución futura de la actividad económica.

### Paso 3: Selección de Series a incluir en el Indicador Líder

Este paso consiste en seleccionar un subconjunto de series que cumplen con ciertas propiedades que permiten calificarlas como "líderes". En el trabajo realizado por Bravo y Franken (2002), se definen siete criterios de selección, que representan apropiadamente los criterios utilizados por los demás autores revisados, llevándose a cabo una escala de evaluación similar a la propuesta por Silver (1991). A continuación se describen los criterios de selección revisados:

Correlaciones cruzadas: se define como la correlación entre una variable y los rezagos de otra variable. Así,

$$\sigma_{XY}(\tau) = \frac{\text{cov}(Y_t, X_{t-\tau})}{\sqrt{\text{var}(Y_t) \text{var}(X_{t-\tau})}} \quad (4)$$

Corresponde a la correlación cruzada de orden  $\tau$  entre la variable  $Y$  y la variable  $X$ . En particular, la variable  $Y$  representa a la serie de referencia y la variable  $X$  a la serie "candidata" a líder. Se estiman entonces las correlaciones cruzadas entre  $\tau = 0$  y  $\tau = 24$ . De esta correlación cruzada nacen tres criterios



de selección para cada una de las variables: Orden, corresponde al valor  $\tau$  que maximiza el valor absoluto de la correlación cruzada; Magnitud, dado el orden, corresponde al valor absoluto de la correlación cruzada y Persistencia, como el nombre lo sugiere, es una medida de cuán persistente es la característica de líder de la serie candidata  $X$  sobre la variable  $Y$ .

Para capturar el concepto de persistencia en el contexto de las correlaciones cruzadas se construyó una medida que corresponde a la raíz cuadrada del cociente entre la sumatoria de las desviaciones al cuadrado de las doce correlaciones cruzadas contiguas a la correlación cruzada de mayor magnitud, y la varianza de esta serie de correlaciones cruzadas.

Además de los criterios estadísticos antes mencionados, se consideran otros dos criterios adicionales de selección. Estos son: Significancia Económica que corresponde a un juicio respecto a la racionalidad económica que tiene el hecho de que determinada serie se correlacione fuertemente con el ciclo y lo lidere y, Prontitud el cual se refiere a la rapidez de disponer de la información. Por ejemplo, una serie como el precio de las acciones será mejor evaluada que el volumen de importaciones, pues el precio de las acciones es un dato que se puede obtener prácticamente en tiempo real, mientras que las estadísticas de comercio exterior se obtienen con un rezago bastante mayor.

#### Paso 4: Construcción del Indicador Líder Compuesto

Una vez que se seleccionaron las series que serán incluidas en el Indicador Líder, es necesario seleccionar un método adecuado para integrarlas en el Indicador. Se detallan a continuación los métodos utilizados en este paso:

a) Método Aditivo de la OECD: es el más sencillo, y en el cual se basan las distintas variantes del modelo, es el modelo de agregación aditiva simple que consiste en la suma de las series normalizadas multiplicadas por su respectivo ponderador. Cuando se utiliza un modelo de agregación aditiva, es necesario que las series incluidas en el Indicador Compuesto sean independientes entre sí, con la finalidad de evitar la repetición de parte de la información, y por ende, su sobredimensión en el Indicador Compuesto. De no cumplirse con esta condición, se podría generar un indicador parcial, el cual no refleja por completo la información contenida en sus series componentes. En este caso, la dirección y dimensión del error no es fácil de determinar, por lo que el Indicador Compuesto no puede ser ajustado apropiadamente.

b) Método de Auerbach: pondera cada variable de acuerdo a los parámetros obtenidos de una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (Ochoa y Lladó, 2002, Bravo y Franken, 2002).

c) Método de Regresión Ridge: Este método de regresión tiene como finalidad afrontar los problemas de colinealidad presentados por las series candidatas y parte de la idea de minimizar el error cuadrático medio.

### 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se plantea el enfoque empírico utilizado para la elaboración de Indicadores Líderes Regionales, el cual se basa en combinaciones de los distintos métodos planteados anteriormente. A continuación se describe, en forma esquemática (figura 1) y detallada, los pasos que se realizaron para la construcción de Indicadores Líderes, destacándose aquellos métodos introducidos como alternativa a los de mayor uso. Estos indicadores se construyeron mensual y trimestralmente.

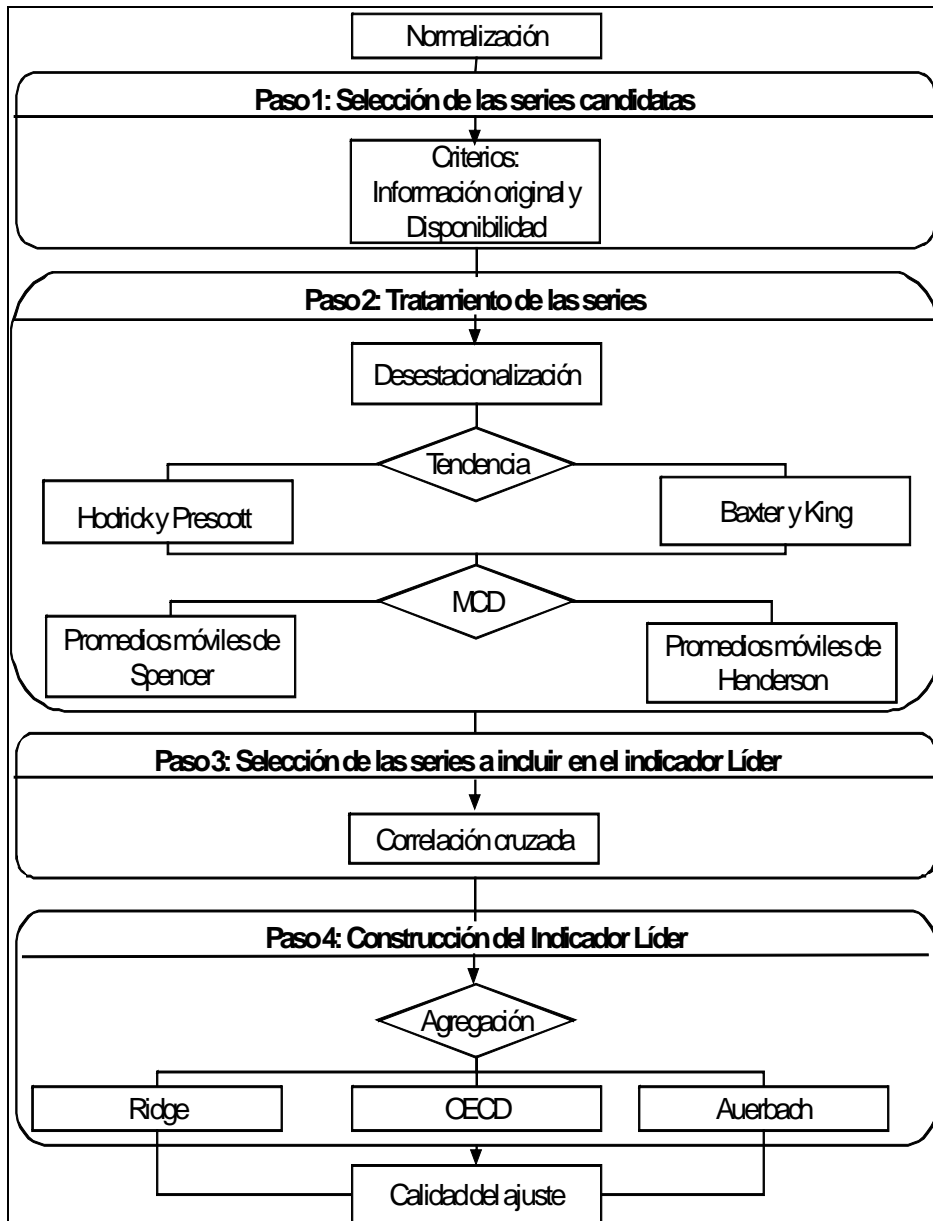
Cabe destacar que esta metodología para obtener indicadores líderes regionales es aplicable a todas y cada una de las regiones de Chile. Sin embargo, el estudio empírico se realizó sólo para la Región de La Araucanía, por la disponibilidad de información.

#### 3.1. Paso Previo: Normalización de las Series Candidatas

La metodología de trabajo propuesta considera como paso previo la Normalización de las Series Candidatas. Dado que las series regionales disponibles presentan distintas magnitudes de medición, las cuales son dependientes de la variable que representan, se hizo necesario transformar todas las mediciones de las distintas series a un formato común. En consecuencia, las series fueron transformadas a índices, utilizando la metodología del INE (1999) que consiste en seleccionar, como primer paso, un año base a cuyo promedio de mediciones se le asigna el valor 100. Posteriormente, todos los datos son transformados a índice mediante la determinación de la variación con respecto al valor 100.

Los pasos que se realizaron para la construcción de Indicadores Líderes fueron:

Figura 1. Esquema para la construcción de Indicadores Líderes



Fuente: Elaboración propia.

### Paso 1: Selección de las Series Candidatas

Dado el reducido número de series disponibles, se consideraron dos de los criterios reseñados para la selección de series candidatas: Información Original y Disponibilidad.

Como las series disponibles presentan claras diferencias en los periodos de inicio y término de la captura de datos (ver tabla 1), y por ende presentan un número distinto de observaciones, lo que conlleva a la poca profundidad de los datos, lo cual podría dificultar la tarea de estimar la serie objetivo debido a un deficiente filtrado de los componentes estacionarios, tendenciales e irregulares de las series. Debido a este hecho, al momento de ser agregadas en el indicador, éstas fueron clasificadas como series largas y cortas. Se optó por crear dos indicadores, uno que contenía sólo las series largas y otro que contenía las cortas más el tramo de las series largas que coincidía con el periodo temporal de las series cortas.

### Paso 2: Tratamiento de las Series

Componente Estacional: Dada su sencillez, se propone el uso del método desarrollado por Figueroa el cual es reseñado en el trabajo de Henríquez (2004).

Componente Tendencial: Se propone el uso del filtro de Hodrick-Prescott, reseñado en los trabajos de Everhart y Duval-Hernández (2000) y Firinguetti y Rubio (2003). Por otro lado, como alternativa al filtro anterior, se propone el uso del filtro de Baxter y King, reseñado en el trabajo de Baxter y King (1995); este filtro no se encuentra implementado en ninguno de los trabajos de Indicadores líderes revisados, por lo que es de sumo interés observar el desempeño de los Indicadores construidos con él.

Componente Irregular: El método propuesto para la implementación de este paso es el método de los Months for Cyclical Dominante (MCD), pero utilizando dos herramientas distintas. La primera es la de medias móviles de Henderson de orden 13 (promedios móviles de 13 meses), reseñada en todos los trabajos que utilizan el método MCD. La segunda propone el uso de medias móviles de Spencer de orden 15 (promedios móviles de 15 meses), de las cuales sólo existen antecedentes en el trabajo de Henríquez (2004).

### Paso 3: Selección de las Series a incluir en el Indicador Líder

La selección de las series que fueron incluidas en el Indicador Líder se realizó por intermedio de Correlaciones Cruzadas. Este criterio es similar al utilizado en el trabajo de Firinguetti y Rubio (2003), quienes consideraron incluir aquellas series que presentan una correlación superior a 0,3 en valor absoluto. Además, las series seleccionadas deberían presentar adelantos a la serie objetivo de entre 3 y 12 meses, porque las series consideradas abarcan un periodo de tiempo relativamente corto.

### Paso 4: Construcción del Indicador Líder

Se utilizaron tres métodos para integrar las series seleccionadas en un Indicador Líder, a saber: Método Aditivo de la OECD (1999); el Método de Auerbach, reseñado en los trabajos de Bravo y Franken (2002) y de Ochoa y Lladó (2002), y por último, el Método de Regresión Ridge, reseñado en el trabajo de Firinguetti y Rubio (2003).

Para evaluar la calidad del ajuste se realizaron comparaciones entre los coeficientes de correlación y el error cuadrático medio (ECM) de los distintos indicadores construidos versus el INACER.

Para validar el o los Indicadores Líderes construidos, se establecieron pronósticos para el INACER desde el año 2000 al Tercer Trimestre de 2006, los cuales fueron cotejados con el valor real registrado para dicho periodo.

Como consecuencia de las distintas combinaciones de metodologías utilizadas y sumado a la clasificación de series en largas y cortas, se construyeron 24 Indicadores Líderes para el INACER de la Región de la Araucanía, de los cuales se detallarán los cuatro de mejor ajuste en su forma mensual, y el de mejor ajuste en su forma trimestral. Para ello, se toma en consideración el ajuste obtenido por el Indicador Líder, tanto con la forma original del INACER como con la forma descompuesta de éste. Las combinaciones de métodos, correspondientes a los cuatro mejores Indicadores Líderes mensuales, que presentan un mejor ajuste y errores más pequeños en comparación con los métodos tradicionales del NBER y la OECD, se encuentran resumidas en la Tabla II, presentada a continuación.

Tabla II. Resumen de metodologías

<i>Nombre</i>	<i>Filtro de Tendencia</i>	<i>MCD</i>	<i>Agregación</i>	<i>Serie</i>
Indicador No. 1	BK	Henderson	Ridge	Largas
Indicador No. 2	BK	Spencer	Auerbach	Largas
Indicador No. 3	BK	Spencer	Auerbach	Cortas
Indicador No. 4	BK	Spencer	Ridge	Largas

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de estos Indicadores Líderes se construyeron con series desestacionalizadas, sin tendencia y sin componente irregular. A fin de presentar los resultados obtenidos de una forma óptima, se les agregaron las componentes estacionales, tendenciales e irregulares del INACER. La incorporación de los componentes estacionales y tendenciales al indicador, no presentan mayores dificultades metodológicas, ya que es un proceso multiplicativo simple que no produce alteraciones en el ajuste del mismo. El caso de la incorporación del componente irregular difiere diametralmente, debido a la presencia de promedios móviles, siendo necesarios algunos pasos previos para la incorporación de este componente. La solución, es establecer una razón entre la serie INACER desestacionalizada y sin tendencia versus la serie INACER desestacionalizada, sin tendencia y sin componente irregular. Dicha razón factoriza al Indicador Líder, con lo que se incorporan a éste las fluctuaciones irregulares. Se sospechó que la incorporación del componente irregular al Indicador Líder, generaría alteraciones en el ajuste, disminuyendo la calidad predictiva de éste. Sin embargo, aunque varios indicadores disminuyeron su ajuste con el INACER, también es cierto que otros presentaron un aumento en éste.

Para fines predictivos, sin embargo, no es posible incorporar a los Indicadores Líderes los componentes irregulares y tendenciales, ya que éstos dependen del valor presentado por el INACER en el periodo que se desea adelantar. En el caso de la componente tendencial, se encontró que el promedio de la variación de la serie que representa a la tendencia, durante los últimos tres meses, generaba una aceptable estimación de la variación tendencial de los tres meses siguientes a ellos. Además, a cada Indicador Líder obtenido se le efectuó un proceso de trimestralización a fin de entregar las predicciones en el mismo formato en que el INE publica el INACER. Dicho proceso generó diferencias entre los ajustes de los Indicadores Líderes en su forma mensual y trimestral.

### 3.2. Indicadores Líderes Mensuales

Los Indicadores Líderes que se presentan a continuación son los de mejor ajuste con el INACER mensual tanto en su forma original como en su forma des-

compuesta. La Tabla III resume los resultados obtenidos por los Indicadores Líderes seleccionados.

Tabla III. Resumen de los mejores resultados obtenidos

	<i>Indicador No. 1</i>	<i>Indicador No. 2</i>	<i>Indicador No. 3</i>	<i>Indicador No.4</i>
Filtro	BK	BK	BK	BK
Promedios Móviles	Henderson	Spencer	Spencer	Spencer
Agregador	Ridge	Auerbach	Auerbach	Ridge
Tipo de Series	Largas	Largas	Cortas	Largas
Número de Series	12	11	17	11
Adelanto	4	3	3	3
<b>Forma Descompuesta</b>				
Correlación	0,833	0,927	0,971	0,909
Error	-0,33	0,53	-0,007	0,002
ECM	0,54	0,016	0,003	0,018
<b>Forma Original</b>				
Correlación	0,997	0,93	0,88	0,93
Error	54,19	85,35	45,39	24,97
ECM	3236,1	4458,8	2631,2	4833,1

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos del INE Región de La Araucanía.

### 3.3. Indicadores Líderes Trimestrales

Con la finalidad de adaptar los resultados mensuales obtenidos a la forma trimestral del INACER, se trimestralizaron los Indicadores Líderes. El indicador que mostró el mejor comportamiento en este ámbito fue el Indicador N° 1, construido con el filtro de Baxter y King, MCD con promedios móviles de Henderson, y agregados por Auerbach para series largas. Este indicador pronosticó correctamente una variación negativa para el INACER del I y II trimestre y una variación positiva para el III y IV Trimestre de 2009. Los errores promedios trimestrales desde el año 2000 al 2009, Tabla IV, no superan el 4.3% y el error general promedio, en este mismo periodo, no supera el 4%.

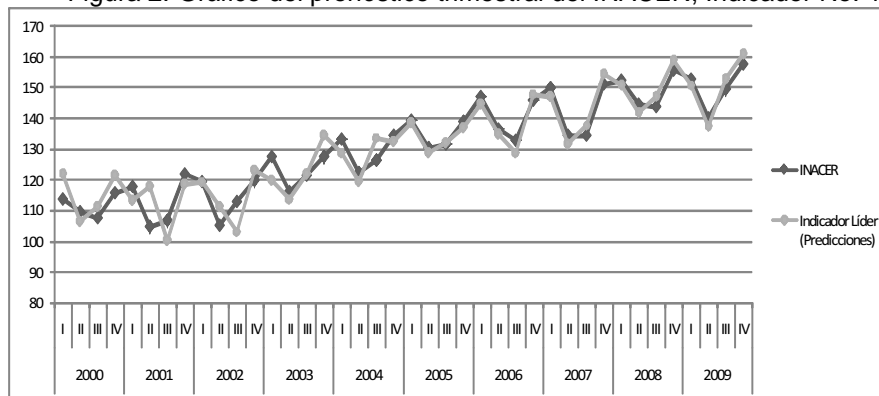
Tabla IV. Errores promedios trimestrales desde 2000 al IV trimestre 2009

ERROR Promedio	3.8
Err. Prom I Trim.	3.5
Err. Prom II Trim.	4.1
Err. Prom III Trim.	4.2
Err. Prom IV Trim.	3.6

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos del INE Región de La Araucanía.

En la Figura 2 se aprecia la evolución del INACER trimestral, junto al pronóstico entregado por el Indicador No. 1.

Figura 2. Gráfico del pronóstico trimestral del INACER, Indicador No. 1



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos del INE Región de La Araucanía.

## CONCLUSIONES

El análisis de los métodos para la generación de Indicadores Líderes, manifiesta que, en general, la construcción de éstos se puede sintetizar en cuatro pasos: Selección de las Series Candidatas, Tratamiento de las Series, Selección de las Series a Incluir en el Indicador y Construcción del Indicador Líder. Dependiendo de la combinación de métodos utilizada para construir el Indicador Líder, así como de las características de las series que compusieron éste, se obtienen distintos resultados, lo que dificulta el pronunciamiento anticipado respecto de cual es la mejor metodología a utilizar. Si bien existen metodologías establecidas para tales fines, las que se encuentran reseñadas en manuales del NBER y de la OECD, es recurrente encontrar adaptaciones de éstas en estudios realizados en países que no cuentan con un sistema de Indicadores Líderes. En el caso de este estudio, se propone implementar, como alternativas a los métodos actualmente en uso, el filtro de Baxter y King, para el tratamiento de la tendencia, y promedios móviles de Spencer, para el tratamiento del componente irregular. Se destaca el desempeño de los Indicadores Líderes que incorporan el filtro de Baxter y King, debido a que comparativamente, arrojan mejores medidas de ajuste y de error.

Las distintas combinaciones de métodos propuestos generaron un total de 24 Indicadores Líderes para el INACER de la Región de La Araucanía, de los cuales se seleccionaron los cuatro con mejor ajuste mensual y el de mejor ajuste



trimestral. Los métodos con los que se construyeron estos indicadores son los siguientes:

	<i>Indicador No. 1</i>	<i>Indicador No. 2</i>	<i>Indicador No. 3</i>	<i>Indicador No. 4</i>
Filtro	BK	BK	BK	BK
MCD	Henderson	Spencer	Spencer	Spencer
Agregador	Ridge	Auerbach	Auerbach	Ridge
Tipo de Series	Largas	Largas	Cortas	Largas

Se seleccionó el mejor Indicador Líder para el INACER de la Región de La Araucanía que correspondió al Indicador N° 1, el que presentó una correlación de 0.99 y que pronosticó correctamente una variación negativa del INACER durante el I y II Trimestre de 2009 y una variación positiva durante el III y IV trimestre del mismo año. Dichos resultados superaron tanto en el nivel de ajuste como en el nivel de error a los obtenidos mediante el uso de los métodos tradicionales de la OECD y NBER. Las series que componen el Indicador Líder correspondieron principalmente a series relativas a Venta de Supermercados, Distribución de Gas, Distribución de Alimentos, Personas Ocupadas por Rama y Transporte de Pasajeros. El periodo de adelanto del Indicador N° 1 es de cuatro meses, sin embargo, existe un rezago en la disponibilidad de las series componentes de éste, el cual llega a cuarenta días, por lo que el adelanto real de este Indicador Líder es de ochenta días.

Cabe destacar además que todas las series que componen el Indicador Líder están incluidas en el INACER, por lo tanto tienen la misma profundidad que éste.

Finalmente, se sugiere para próximos estudios, la implementación de algún método que permita profundizar las series cortas a fin de investigar el impacto causado en la estimación del Indicador Líder del INACER. Por otra parte, es recomendable también revisar el sistema de levantamiento de datos, a fin de agilizar la disponibilidad de las series.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arranz, J., Elías L. (1984), "Ciclo de referencia para la Economía Argentina, 1960-1982", *Ensayos Económicos No. 32*, Banco Central de la República Argentina, Buenos Aires.
- Auerbach, A. (1982), "The index of leading indicators: Measurement without theory thirty-five years later", *Review of Economics and Statistics*, V. 64.

- Baxter, M. y King R. (1995), "Measuring business cycles. Approximate band-pass filters for economic time series, NBER", *Working Paper Series No. 5022*.
- Bravo, F. y Franken, H. (2002), "Un indicador líder del IMACEC", *Revista de Análisis Económico*, V.17, No.1.
- Bravo H., Luna L.; Correa, V. y Ruiz, F. (2002), "Desestacionalización de series económicas: el procedimiento usado por el Banco Central de Chile", *Documento de Trabajo 177*, Banco Central de Chile.
- Burns, A. y Mitchell W. (1946), "Measuring business cycle", *Studies in Business Cycle*, National Bureau of Economic Research, Nueva York.
- Crispi, J. (1994), "Indicadores líderes en Chile: Diseño y extracción de señales", *Revista Estadística y Economía*, No.8, INE.
- Everhart, S., Duval-Hernández, R. (2000), "Leading indicator project: Lithuania", *Working Paper*, World Bank.
- Firinguetti, L. y Rubio, H. (2003), "Indicadores líderes del IMACEC", Banco Central de Chile, *Documentos de Trabajo No. 208*.
- Flores, M. (2003), "El Filtro Baxter-King, Metodología y Aplicaciones", *Informe Técnico DIE-NT-01-2000*, División Económica Banco Central de Costa Rica.
- Gallardo, M. y Pedersen, M. (2007), "Un sistema de indicadores líderes compuestos para la Región de América Latina", CEPAL, *Serie de estudios Estadísticos y Prospectivos*, No. 51.
- Henríquez, A. (2004), "Indicador líder para el INACER Región de La Araucanía", *Tesis de Magister en Economía y Gestión Regional*, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Austral de Chile, Chile.
- Hodrick, R., y Prescott, E. (1997), "Postwar US business cycles: An empirical investigation", *Journal of Money Credit and Banking*, V. 29, No.1.
- Instituto Nacional de Estadísticas (1999), "Índice de actividad económica regional, INACER", *Informe Metodológico y de Resultados*, INE, Temuco.
- Marcel, M. y Meller, P. (1983), "Indicadores líderes de recesión y expansión económica", *Colección de Estudios CIEPLAN* No.11.
- Melo, L., Nieto, F. y Ramos, M. (2003), "A leading index for the colombian economic activity", *Borradores de Economía*, No.243, Banco de la República de Colombia.

- Muñoz, E. (1992), Costa Rica: "Aplicación de la técnica de indicadores adelantados para el pronóstico de ciclos económicos", *XXIX Reunión de Técnicos de Bancos Centrales del Continente Americano*, Noviembre, Barbados.
- Murasawa, Y. (1998), "Factor analysis of stationary and ergodic time series with an application to the U.S. Coincident business cycle indicators", *Mimeo*, University of Pennsylvania.
- Ochoa, E. y LLadó, J. (2002), "Modelos de indicadores líderes de actividad económica para el Perú", *Estudios Económicos*, Banco Central de Reserva de Perú.
- OECD, (1999), *OECD Composite Leading Indicators: a tool for short-term analysis*. Paris, Organisation for Economic Cooperation & Development, Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, Rue des Grands-Augustins, 75006, Paris.
- Rosas, P. (1986), "Indicadores cíclicos de la economía venezolana", *Revista del Banco Central de Venezuela*, No.2, Caracas.
- Pedersen, M. (2008), "Un indicador líder compuesto para la actividad económica en Chile, Documento de trabajo, Banco Central de Chile. Disponible en <http://www.cemla.org/red/papers2008/red13-chile.pdf> (consultado 07-2010).
- 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.
- Stock, J. y Watson, M. (1989), "New indexes of coincident and leading economic indicators, NBER", *Macroeconomic Annuals*.
- (1991), "A probability model of the coincident economic indicators", *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*, K. Lahiri and G. H. Moore, eds., ch. 4, New York: Cambridge University Press.
- (1992), "A procedure for predicting recessions with leading indicators", *Econometric issues and recent experience, NBER Working paper*, No. 4014.