



Facultad de Ciencias Económicas y Administración
Universidad de la República

CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE LÍDER SINTÉTICO PARA LA INDUSTRIA URUGUAYA

Trabajo Monográfico
Licenciatura en Economía

Fossati Márquez, Martín 3.489.560-3

Moreda Peters, Juan 3.569.888-4

Coordinadores: Adrián Fernández
Bibiana Lanzilotta

Diciembre de 2009

RESUMEN

El presente trabajo busca desarrollar una metodología de sencilla aplicación para la construcción de un índice líder sintético, en el marco de la teoría de los indicadores de ciclo económico. En particular, se propone la confección de un índice que logre anticipar los puntos de giro del componente tendencial de la producción industrial uruguaya.

Para lograrlo, se considera un conjunto de variables a priori altamente correlacionadas con la producción industrial, y que además presentan una pauta de adelanto con respecto a la variable de referencia. El período en estudio comprende desde el año 1998 a la actualidad.

Entre los resultados más significativos se destaca la obtención del Índice Líder para la Producción Industrial (ILPI), compuesto por dos variables asociadas al contexto internacional (índice de producción industrial de Estados Unidos y precio *spot* internacional de la exportación de ganado en pie) y dos asociadas al contexto regional (índice de producción industrial argentina y tipo de cambio real efectivo regional de Uruguay con Argentina y Brasil). El indicador propuesto adelanta -en promedio- en un trimestre los puntos de giro del Índice de Volumen Físico (IVF) de la producción industrial uruguaya.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DEFINICIONES Y CONCEPTOS PRELIMINARES	3
2.1. CICLO: CONCEPTO Y MEDICIÓN.....	3
2.1.1. <i>Concepto de ciclo económico</i>	3
2.1.2. <i>Puntos de giro</i>	5
2.1.2.1. Identificación de puntos de giro: métodos empiristas.....	6
2.1.2.2. Identificación de puntos de giro: métodos basados en modelos	7
2.1.3. <i>Medición del ciclo económico</i>	8
2.1.3.1. Medición: método univariante	8
2.1.3.2. Medición: método multivariante.....	10
2.2. SERIES MACROECONÓMICAS: CLASIFICACIÓN	11
2.2.1. <i>Clasificación cíclica mediante los puntos de giro</i>	12
2.2.2. <i>Clasificación cíclica mediante la función de correlación cruzada</i>	12
2.3. SERIES MACROECONÓMICAS: PROPIEDADES DESEABLES	14
2.4. INDICADORES E ÍNDICES LÍDERES SINTÉTICOS.....	16
2.4.1. <i>Indicadores, índices sintéticos y pronósticos</i>	16
2.4.2. <i>Evaluación de índices líderes</i>	17
2.4.3. <i>Críticas y limitaciones de los índices líderes</i>	20
3. ANTECEDENTES	22
3.1. PRINCIPALES DESARROLLOS TEÓRICOS.....	23
3.1.1. <i>National Bureau of Economic Research (NBER)</i>	23
3.1.2. <i>Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)</i>	23
3.1.3. <i>Economic Cycle Research Institute (ECRI)</i>	25
3.1.4. <i>Conference Board</i>	26
3.1.5. <i>James Stock y Mark Watson</i>	28
3.1.6. <i>Francis Diebold y Glenn Rudebusch</i>	29
3.2. APLICACIONES PARA OTROS SECTORES DE ACTIVIDAD	30
4. TRABAJOS PREVIOS PARA URUGUAY	31
4.1. ESTIMACIÓN DE COMPONENTES INOBSERVABLES Y PREDICCIÓN	31
4.2. ÍNDICES LÍDERES PARA LA INDUSTRIA	32
4.3. ÍNDICES LÍDERES PARA LA ECONOMÍA	35

4.4.	UN INDICADOR SINTÉTICO PARA EL SECTOR FINANCIERO URUGUAYO	37
5.	METODOLOGÍA APLICADA	39
5.1.	DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	39
5.2.	PRESELECCIÓN DE VARIABLES.....	40
5.3.	SELECCIÓN DE VARIABLES	41
5.4.	CONFECCIÓN DEL ÍNDICE LÍDER.....	42
5.5.	INDICADOR DE DIFUSIÓN	44
5.6.	INTERPRETACIÓN DE SEÑALES (QUIEBRES DE TENDENCIA).....	45
6.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	47
6.1.	CONSTRUCCIÓN DE LOS ÍNDICES LÍDERES SINTÉTICOS	47
6.1.1.	<i>Primera selección de variables</i>	<i>47</i>
6.1.2.	<i>Combinaciones resultantes.....</i>	<i>51</i>
6.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE LOS 5 ÍNDICES	54
6.2.1.	<i>Análisis gráfico.....</i>	<i>54</i>
6.2.2.	<i>Análisis de puntos de giro.....</i>	<i>56</i>
6.2.3.	<i>Interpretación de señales (quiebres de tendencia)</i>	<i>57</i>
6.3.	SELECCIÓN DEL INDICADOR	60
6.4.	ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA POR BLOQUES INDUSTRIALES.....	61
6.5.	CAPACIDAD REAL DE ADELANTO DEL ILPI	64
6.6.	ANÁLISIS DE ESTÁTICA COMPARATIVA.....	64
7.	CONCLUSIONES.....	67
	BIBLIOGRAFÍA	70
8.	ANEXOS.....	75
	ANEXO I. SERIES ANALIZADAS. CLASIFICACIÓN Y FUENTE.....	75
	ANEXO II. CORRELACIONES DE LAS VARIABLES ANALIZADAS RESPECTO AL IVF INDUSTRIAL	79
	ANEXO III. METODOLOGÍA TRAMO-SEATS.....	81
	ANEXO IV. METODOLOGÍA DE FILTRADO HODRICK-PRESCOTT	84

1. Introducción

El presente trabajo se enmarca en la teoría de los indicadores de ciclo económico, teniendo como objetivo principal proponer una metodología accesible para la construcción de índices líderes. Particularmente, se elaborará un índice líder sintético que permita anticipar los cambios en la tendencia de la producción industrial uruguaya, medida por el Índice de Volumen Físico (IVF) que es publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

El supuesto fundamental sobre el que se basa la teoría de indicadores líderes es que las fluctuaciones de la actividad económica son recurrentes o estacionarias en el largo plazo, por lo que de ser posible identificar series macroeconómicas individuales que muestren un adelanto con respecto a la evolución actual del producto, se podrá también utilizar estas mismas series para identificar tempranamente posteriores fluctuaciones en el producto.¹ De forma análoga se entiende que lo mismo aplica para los diferentes sectores al interior de la economía, y en particular para el industrial.

El interés en la utilización de índices líderes para el análisis económico radica en la necesidad de disponer de medidas sintéticas que sirvan de ayuda para el constante monitoreo de la actividad económica así como para la oportuna formulación y aplicación de políticas, especialmente de tipo anticíclico o anti-recesivo. Para poder realizar un análisis y diagnóstico de la coyuntura es necesario disponer de información adecuada en tiempo y forma. En ese sentido, los indicadores líderes juegan un papel por demás relevante, dado que revelan la situación en cada momento del tiempo y advierten acerca de los posibles cambios en la trayectoria tendencial de la actividad económica general o del sector específico que se esté considerando.

Disponer de capacidad de análisis y predicción acerca de la evolución futura del sector industrial resulta de particular interés por varios aspectos. En principio, dicho sector representa actualmente el 16% de la producción nacional, habiendo liderado el crecimiento de la economía nacional en los

¹ Ochoa y Lladó (2003), p. 2.

últimos seis años². Por otra parte, el sector industrial genera el 85% de las exportaciones de bienes del Uruguay y emplea cerca de 215 mil personas, entre empleos directos e indirectos³. Luego, dada la alta correlación existente entre la producción industrial y la actividad económica agregada de un país, la predicción de cambios en la tendencia de aquel sector contribuye a pronosticar la evolución futura de la economía general.

A su vez, el interés en el sector industrial se ve incrementado si se tiene en cuenta que en nuestro país la serie que estima el volumen de producción de ese sector es de publicación mensual, mientras que los datos de la serie del PIB⁴ son trimestrales. De ese modo, la industria aparece como el único indicador relevante de actividad en nuestro país que es publicado con frecuencia mensual, otorgando así una mayor oportunidad al análisis.

Por todo lo antedicho, se considera de suma relevancia anticipar la evolución de la serie del IVF industrial uruguayo, entendida como representación del nivel de producción de ese sector. Para lograrlo, se propone la elaboración de un índice líder sintético a partir de un grupo de variables que estuvieran altamente correlacionadas con el IVF, y que además presentaran un comportamiento temporal de adelanto respecto a esta última. Tanto el IVF industrial como las variables candidatas a conformar el índice líder son series de frecuencia mensual con alrededor de 140 observaciones disponibles, desde 1998 a la actualidad.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. El capítulo 2 está destinado al desarrollo de conceptos y definiciones preliminares, que servirán de base conceptual para los desarrollos posteriores. Los capítulos 3 y 4 tratan acerca de los antecedentes existentes, mencionados en trabajos relacionados con la descomposición de series temporales y teoría de indicadores líderes, a nivel internacional y en Uruguay, respectivamente. En el capítulo 5 se explica la metodología empleada, para luego detallar los resultados obtenidos en el capítulo 6. Finalmente, en el capítulo 7 se concluye y se realizan comentarios y reflexiones finales.

² Según se desprende de las estadísticas de Cuentas Nacionales que elabora el Banco Central del Uruguay (BCU), la producción industrial se expandió a una tasa promedio anual del 9% en el período 2003-2008, mientras que en el mismo período la economía en su conjunto lo hizo a una tasa del 6%.

³ En base a datos de la Cámara de Industrias del Uruguay para el año 2008.

⁴ Producto Interno Bruto

2. Definiciones y conceptos preliminares

2.1. Ciclo: concepto y medición

2.1.1. Concepto de ciclo económico

Una de las principales tareas del análisis cíclico implica la identificación de indicadores de adelanto, coincidencia y retraso para un sistema económico, cuyo origen se remonta a principios del siglo XX con los estudios del National Bureau of Economic Research (NBER) sobre la economía de los Estados Unidos. En particular, una de las definiciones más difundidas sobre ciclo económico es la de Burns y Mitchell (1946), quienes realizaron múltiples trabajos para ese organismo, que lo definen como:

“un tipo de fluctuaciones encontradas en la actividad económica agregada de las naciones que organizan su trabajo en empresas de negocios. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas de las actividades económicas, seguidas generalmente de recesiones, contracciones y reactivaciones que se fusionan en la fase de expansión del ciclo siguiente; esta secuencia de cambios es recurrente pero no periódica; la duración de los ciclos económicos varía entre más de un año y diez o doce años.”⁵

⁵ Traducción de Kamil y Lorenzo (1998), tomado originalmente de Burns y Mitchell (1946): “*Business cycles are a type of fluctuation found in the aggregate economic activity of nations that organize their work mainly in business enterprises: a cycle consists of expansions occurring at about the same time in many economic activities, followed by similarly general recessions, contractions, and revivals which merge into the expansion phase of the next cycle; this sequence of changes is recurrent but not periodic; in duration business cycles vary from more than one year to ten or twelve years*”, (p. 3).

Esta definición tiene dos factores clave. El primero de ellos es el comovimiento⁶ entre variables económicas individuales, que junto con la consideración de posibles series adelantadas y rezagadas, es la pieza central de la metodología de Burns y Mitchell. No se define al ciclo económico como una situación propia de una sola variable económica, sino como fluctuaciones en la actividad económica agregada. El segundo factor es la división del ciclo económico en diferentes fases o períodos, tratando a las expansiones de forma separada a las contracciones. Es decir, determinadas series pueden ser clasificadas como adelantadas o rezagadas con respecto al ciclo económico, dependiendo de las condiciones económicas imperantes en ese momento.

Posteriormente Lucas (1977) introduce nuevos conceptos, definiendo el ciclo macroeconómico general como los movimientos recurrentes y serialmente correlacionados en el PIB que se producen alrededor de su tendencia suave de largo plazo. Para Lucas, el análisis de las regularidades estadísticas observadas en las fluctuaciones macroeconómicas constituye el aspecto más importante del estudio de los ciclos económicos, al tiempo que incorpora al análisis la relación con la tendencia de largo plazo.⁷

En otros términos, convencionalmente se afirma que un ciclo (en sentido genérico) corresponde al conjunto de períodos que van de pico a pico o de valle a valle⁸. Cada ciclo está conformado por una fase de expansión (que se extiende de valle a pico) y una de recesión (de pico a valle). Las fases mencionadas, al igual que los ciclos, varían en su amplitud y en su duración aunque en general presentan cierta regularidad.

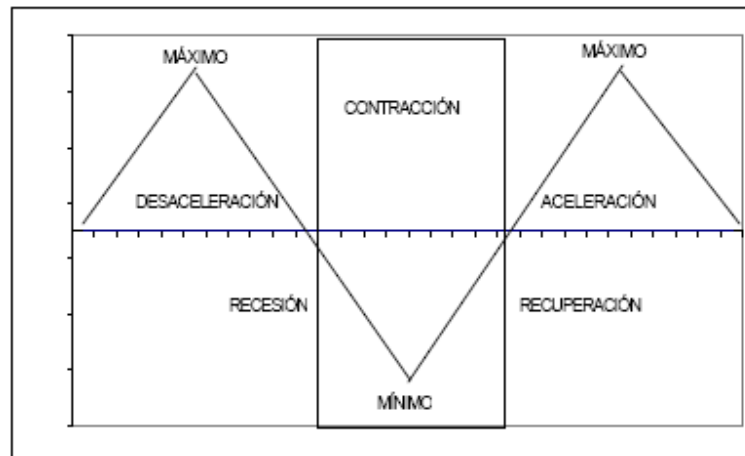
El período de tiempo durante el cual la actividad agregada se encuentra por debajo del sendero de crecimiento de largo plazo de la economía es la contracción o recesión. Una vez alcanzado el punto más bajo en la contracción (valle o mínimo), la actividad económica comienza a recuperarse. El período de tiempo durante el cual la actividad económica crece por encima del sendero de crecimiento de largo plazo se denomina expansión. Una vez alcanzado el punto más alto en la expansión (pico o máximo), el crecimiento de la actividad económica comienza la desaceleración.

⁶ Tendencia de muchas variables macroeconómicas a moverse conjuntamente y de manera predecible a través del ciclo económico.

⁷ Tomado de Kamil y Lorenzo (1998), p. 4.

⁸ Se define como pico a cada máximo local o relativo, y valle a cada mínimo local o relativo. Cada pico (valle) es el primer mes de una recesión (expansión), y al mismo tiempo el último mes de una expansión (recesión).

Gráfico 2.1 – Representación simplificada del ciclo



Fuente: Lanzilotta (2006), adaptado de Quilis (2001).

Siguiendo a Lanzilotta (2006) se utiliza el gráfico 2.1 para definir los elementos que identifican el ciclo:

- puntos de giro: máximos y mínimos locales que marcan el compás de las fluctuaciones,
- duración del ciclo: número de períodos entre dos máximos (o mínimos) consecutivos,
- amplitud del ciclo: diferencia en valor absoluto entre el valor de la señal registrado en un mínimo y el observado en el máximo precedente,
- fases cíclicas: definidas a partir del fechado de los puntos de giro y sus valores.

2.1.2. Puntos de giro

Los puntos de giro constituyen uno de los elementos más importantes en la formación de los ciclos. Marcan el comienzo y fin de las recesiones y expansiones; son acontecimientos especialmente relevantes en el desenvolvimiento habitual de los ciclos, de manera tal que su presencia señala cambios de fase en la coyuntura económica que han de ser examinados con especial atención. Los puntos de giro conforman el grupo de puntos compuesto por todos los picos y valles.

Resulta de interés aclarar que los puntos de inflexión son meses que marcan el inicio y fin de las aceleraciones y desaceleraciones en el crecimiento o decrecimiento de una serie. Por tal motivo,

un punto de inflexión no es necesariamente un punto de giro; una serie puede desacelerar su crecimiento pero no por eso iniciar una recesión.

En lo que hace a la tarea de identificar los puntos de giro de una determinada serie macroeconómica o índice sintético resumen de varias series, existen diversos métodos, que para simplificar el análisis se suelen clasificar en empiristas o no paramétricos, y basados en modelos.⁹ Ambos utilizan como *input* una señal cíclica pura, es decir, depurada de componentes estacionales e irregulares.

2.1.2.1. Identificación de puntos de giro: métodos empiristas

Este tipo de procedimientos, si bien son los más simples, acarrean algunas desventajas al mismo tiempo, entre las que se encuentra la dificultad para realizar inferencias y generar predicciones a partir de los mismos. La simplicidad de su aplicación proviene del hecho de que los puntos de giro se identifican adoptando una perspectiva que se concentra en las propiedades finales de la serie, las estrictamente observables.

Haciendo una gran simplificación, consisten en asociar una etiqueta a un grupo de observaciones, en función de la relación de sus valores con un criterio de clasificación externo (la condición de máximo o mínimo local). Así, esas observaciones se agrupan en valores crecientes o decrecientes en función del signo de su tasa de variación. “En consecuencia, la propiedad de una determinada observación de ser punto de giro es algo esencialmente ajeno a la propia serie: es, ni más ni menos, una forma útil y conveniente para el analista de clasificar sus observaciones”.¹⁰

Sin llegar a emplear métodos estadístico-econométricos explícitos para representar la serie objeto de análisis, los procedimientos empiristas o no paramétricos se basan en una combinación de técnicas de filtrado lineal para obtener una señal cíclica lo suficientemente exenta de irregularidad. Luego, utilizan algoritmos de búsqueda para identificar máximos y mínimos.

⁹ En los dos apartados a continuación se presenta el desarrollo de ambos métodos, centrado en Abad et al (2000).

¹⁰ Abad et al (2000), p. 9.

Enmarcados en estos métodos de identificación de puntos de giro se encuentran el procedimiento de Bry y Boschan (1971), que es la codificación más conocida de los métodos de fechado de Burns y Mitchell, y el procedimiento <F>. Ambos recomiendan que la distancia entre dos puntos de giro del mismo tipo (duración total del ciclo) sea de 16 meses, mientras que la distancia entre dos puntos de giro de distinto tipo (duración parcial del ciclo) sea de 6 meses, como mínimo en ambos casos.

2.1.2.2. Identificación de puntos de giro: métodos basados en modelos

Contrariamente a los métodos empiristas, el análisis de los puntos de giro basado en modelos estadísticos explícitos para la serie de referencia considera que dichos puntos son un elemento intrínseco en el funcionamiento habitual de la serie. Es decir, que la propia dinámica interna de la serie es la que hace que adopte un estado u otro, identificando así intervalos diferenciados en su evolución. De ese modo, las observaciones que señalan esa transición de un régimen a otro se definen como los puntos de giro.

La mayoría de estos modelos es de tipo no lineal. Los más usados son las autorregresiones por umbrales (*threshold autoregression*, TAR) y las autorregresiones con régimen cambiante Markoviano (*Markov switching autorregression*, MS-AR).

La elección en concreto entre uno de los dos métodos de identificación de puntos de giro depende, entre otros factores, de los objetivos perseguidos y recursos disponibles. Por tal motivo, dado el alcance y los objetivos últimos del presente trabajo en lo sucesivo se tendrán en cuenta únicamente los métodos empíricos de identificación de puntos de giro.

2.1.3. Medición del ciclo económico

El ciclo económico no se identifica con una magnitud concreta que se puede medir registrando determinadas operaciones que realizan los agentes económicos. Contrariamente, abarca todos los ámbitos de la vida económica y se manifiesta en casi todas las variables del sistema, aunque la manera concreta en que cada una de ellas responde a sus influencias sea particular y específica. Por otra parte, el ciclo económico reúne un conjunto muy diverso de fluctuaciones, con fases cuyas duraciones y amplitudes pueden ser diferentes y hasta posiblemente asimétricas, esto es, con comportamientos diferentes en las fases ascendentes y descendentes del ciclo.

Todo esto conduce a que cada episodio histórico tenga sus propias características particulares, dificultando la identificación de un patrón común de comportamiento. Así, las propuestas metodológicas para obtener medidas de ciclos de referencia se resumen generalmente en dos alternativas. La primera propone obtener el ciclo descomponiendo la serie de referencia en sus componentes no observables, mediante la utilización de técnicas estadísticas de extracción de señales (método univariante). La segunda busca detectar un patrón sistemático de comportamiento en las fluctuaciones conjuntas de un grupo de variables suficientemente representativo de la serie de referencia, elaborando un indicador sintético del comportamiento cíclico (multivariante).

2.1.3.1. Medición: método univariante¹¹

El análisis de coyuntura debe estar basado en los aspectos esenciales del fenómeno económico estudiado. Como se mencionó antes, estos aspectos esenciales no son directamente observables, sino que aparecen combinados con otros aspectos menos importantes para el analista, motivo por el cual es necesario disponer de algún procedimiento que permita extraer los componentes más importantes de las observaciones originales.

El objetivo del analista generalmente es obtener una evolución subyacente que, por definición, no puede contener más información que la disponible en la serie observada. Su ventaja es haber

¹¹ Basado en Espasa y Cancelo (1993) y Lanzilotta (2006).

eliminado de la serie original un conjunto de componentes que no son relevantes desde el punto de vista de las necesidades del analista de la coyuntura.

Los componentes inobservables de una serie temporal son básicamente cuatro:

- Componente tendencial (T_t): recoge aquella parte de evolución de la variable que se encuentra relacionada con factores de largo plazo (evolución subyacente).
- Componente estacional (S_t): son oscilaciones sistemáticas cuasicíclicas de media cero, con periodicidad anual o submúltiplo del año (mensuales, trimestrales, cuatrimestrales, semestrales).
- Componente cíclico (C_t): son oscilaciones debidas a la actividad económica con periodicidad mayor al año, pero menor que el largo plazo que define al componente tendencial; agrupa las desviaciones sistemáticas respecto de la tendencia.
- Componente irregular (I_t): tiene estructura puramente aleatoria (ruido blanco) y se refiere a las oscilaciones no sistemáticas que afectan a la serie considerada solo en el momento en que ocurren.

Al agregar estos cuatro componentes no observables se obtiene entonces la serie de referencia observada (Y_t):

- Esquema aditivo: $Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t$
- Esquema multiplicativo: $Y_t = T_t * C_t * S_t * I_t$

Cualquiera de los componentes de la serie observada, o la agregación de algunos de ellos, puede constituir el objetivo del analista. A esto se le llamará “señal de interés”.

Por otra parte, en la práctica resulta particularmente dificultoso distinguir el componente tendencial del cíclico, motivo por el cual la teoría moderna los define juntos dado que se consideran determinados fundamentalmente por los mismos factores. En este caso, para simplificar la notación, se asume que T_t agrupa a los componentes tendencial y cíclico a la vez (componente tendencia-ciclo).

A su vez, en el análisis económico se utiliza más frecuentemente el esquema multiplicativo, en el que los componentes cíclico, estacional e irregular se representan como una proporción del tendencial. En estos casos, la transformación logarítmica sobre la ecuación del esquema multiplicativo sigue un esquema de tipo aditivo, en el que los componentes estacional e irregular son magnitudes absolutas que se agregan al componente tendencia-ciclo independientemente del valor que este último tenga. Finalmente, siguiendo lo expresado en este párrafo y el anterior, la descomposición de una serie se puede resumir bajo la forma:

$$Y_t = T_t + S_t + I_t$$

Como se mencionó antes, los componentes T_t , S_t e I_t son desconocidos y han de ser aproximados a partir de la serie agregada, que es la que realmente se observa. Este problema se conoce con el nombre de extracción de señales, y puede ser resuelto mediante el programa SEATS¹², en el que se plantea un modelo explícito para obtener una estimación de los distintos componentes teniendo en cuenta las características particulares de cada serie de tiempo.

2.1.3.2. Medición: método multivariante¹³

En este enfoque subyace la idea de que un indicador sintético puede ser representado como el factor común (inobservable) de una determinada cantidad de variables económicas observables. Es decir, lo que se pretende con este método es detectar un patrón sistemático de comportamiento de un conjunto de variables representativo de la serie de referencia (Y_t).

Este procedimiento se enmarca en los modelos de análisis factorial, que se basan en el supuesto de que las variables observables deben quedar completamente explicadas o resumidas en el factor común F_t . El problema consiste entonces en estimar F_t , aplicando un modelo de extracción de señales que filtre los movimientos idiosincráticos en las variables observadas.

¹² *Signal Extraction in ARIMA Time Series*. Para una explicación más detallada ver Anexo III: metodología TRAMO-SEATS, basado en Gómez y Maravall (2001) y Lorenzo y Revuelta (1996).

¹³ Basado en Lanzilotta (2006).

En el presente trabajo se hará uso únicamente del método univariante para obtener una estimación de los ciclos de interés. No obstante, se considera de alto interés llegar a estudiar los resultados de implementar el método multivariante en una etapa posterior, a modo de continuación del presente trabajo.

2.2. Serie macroeconómicas: clasificación

En esta sección se revisarán las metodologías que permiten clasificar y por lo tanto comparar temporalmente las series macroeconómicas en cuestión (que llamaremos X_t) con la serie de referencia (Y_t). A grandes rasgos, generalmente se distingue entre métodos bivariantes y multivariantes de clasificación cíclica.

Los modelos multivariantes permiten identificar patrones comunes de evolución y desfases entre las series estudiadas, basándose también en la confección de un modelo factorial dinámico. Al igual que se planteó en el apartado anterior, este tipo de modelos de clasificación no será tenido en cuenta en el presente trabajo.

Los métodos bivariantes de clasificación cíclica, entre los que se encuentran los basados en el estudio de puntos de giro y de correlaciones cruzadas, consideran que existe una serie particular (X_t) que actúa como patrón de comparación con la serie de referencia (Y_t), bien por su relevancia económica o sus propiedades estadísticas.¹⁴

Así, la serie X_t será clasificada en tres categorías de acuerdo a la temporalidad de sus movimientos en relación a Y_t . Dichas categorías implican reconocer series que adelantan, coinciden o retrasan el comportamiento de la variable objetivo. Las series que adelantan, también llamadas líderes, son aquellas que tienden a cambiar de dirección en forma anterior al movimiento en que lo hace el ciclo de referencia. Las series coincidentes son aquellas que representan el comportamiento de la serie de referencia y por lo tanto se mueven a la par de la misma. Las series

¹⁴ En lo que sigue, el análisis realizado en el presente apartado se centra en los trabajos de Abad et al (2000), Espasa y Cancelo (1993) y Lanzilotta (2006).

rezagadas son aquellas que tienden a cambiar de dirección en forma posterior al ciclo de la variable de referencia.

2.2.1. Clasificación cíclica mediante los puntos de giro

La clasificación cíclica mediante los puntos de giro consiste en la detección de relaciones de desfase entre diferentes series macroeconómicas, identificando pautas sistemáticas de adelanto, coincidencia o retraso, y tomando como cronología básica la que proporcionan los puntos de giro de la serie de referencia.

Así, para el caso de las series mensuales, se estudia el desfase mediano de los puntos de giro de X_t respecto a los de Y_t , de manera tal que si el mismo está comprendido entre -3 y 3 meses, las series se consideran coincidentes. Si el desfase mediano es menor que -3 (mayor que 3) meses, se considera que la serie X_t adelanta (retrasa) a la serie de referencia Y_t ¹⁵. Existe además una cuarta posibilidad, que se da cuando no hay evidencia de que los puntos de giro de ambas series guardan relación de correspondencia alguna, debido a la ausencia de un ciclo común.

2.2.2. Clasificación cíclica mediante la función de correlación cruzada

Este método, muy sencillo y fácil de computar, proporciona una estimación del grado de asociación lineal entre la variable de referencia (Y_t) y los valores desfasados de la variable macroeconómica con la que se esté realizando la comparación (X_{t+k}), tanto hacia atrás en el tiempo ($k < 0$) como hacia adelante ($k > 0$). Así, la función de correlación cruzada para X_t y Y_t es:

$$\rho_{y,x}(k) = \frac{\sum_t (Y_t - \mu_y)(X_{t+k} - \mu_x)}{\sum_t (Y_t - \mu_y)^2 \sum_t (X_t - \mu_x)^2} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

¹⁵ En Abad y Quilis (2003) se establece que el valor predeterminado para el parámetro de desfase (L) en el programa de clasificación cíclica <G> es 3, pero se puede fijar manualmente dentro del intervalo [3; 6].

donde μ_z es el valor medio de la serie Z_t .

A su vez, para que los coeficientes de correlación puedan captar el cambio de fase del componente cíclico de la variable X_t respecto de Y_t , se define un sencillo criterio de clasificación. Sea el máximo valor de la función de correlación cruzada de X_t con respecto a Y_t :

$$k^* = \arg \max_k \left(\left| \rho_{y,x}(k) \right| \right)$$

Entonces X_t es adelantada respecto a Y_t si $k^* \in (-\infty, -L)$; es coincidente si $k^* \in [-L, L]$ y es retrasada si $k^* \in (L, +\infty)$; siendo L un valor prefijado que Abad y Quilis (2003) llaman parámetro de desfase (generalmente se establece $L=3$ si la frecuencia de las series es mensual, y $L=1$ si es trimestral).

Considerando que $-1 \leq \rho_{y,x}(k) \leq 1$, se puede determinar a su vez el carácter cualitativo de la relación cíclica entre ambas series. Si $\rho(k^*) \in [-1, -C)$ se considera que X_t es contracíclica o anticíclica con respecto a Y_t ; para $\rho(k^*) \in [-C, C]$ se considera que X_t es acíclica con respecto a Y_t y finalmente X_t se considerará procíclica en relación a Y_t si $\rho(k^*) \in (C, +1]$, siendo C el valor crítico asociado a determinado nivel de significación previamente determinado.¹⁶ El signo del coeficiente de correlación suministra información acerca de la prociclicidad o contraciclicidad de las series, mientras que su valor absoluto cuantifica la significatividad del mismo.

¹⁶ El indicador líder desarrollado por la Universidad Torcuato di Tella (UTDT) recomienda usar $C = 0,2$. No obstante, se entiende que esta es una medida arbitraria y que en general puede variar respondiendo a los objetivos de cada estudio en particular.

2.3. Series macroeconómicas: propiedades deseables

La teoría de los indicadores líderes no indica con exactitud qué series son mejores o peores para integrar un índice líder. No obstante, a continuación se detalla una lista de características deseables¹⁷ que deben poseer las series candidatas, con el objetivo de que luego se las pueda agrupar junto a otras para construir los indicadores líderes deseados, y estos tengan así el mejor comportamiento posible.

Significación económica: la observación de una relación de liderazgo entre una serie macroeconómica y la variable de referencia (en este caso la producción industrial uruguaya) no es suficiente por sí misma para que aquella sea aceptada como indicador adelantado. Es necesario además verificar la existencia de una debida justificación en base a la teoría económica o constataciones empíricas previas; debe existir alguna razón o teoría económica que explique el por qué de dicha temporalidad.

La racionalidad económica mediante la cual una determinada serie podría adelantar la evolución de la producción industrial uruguaya puede clasificarse en:

- Relación con el estado inicial de la producción. Ejemplo: faena de ganado, entrada de leche a planta, importaciones de bienes intermedios.
- Rápida respuesta a cambios en la actividad económica industrial. Ejemplo: horas trabajadas.
- Refleja estados de ánimo o expectativas de los agentes. Ejemplo: expectativas de los industriales.
- Adecuado reflejo de shocks internos o externos. Ejemplo: importaciones y producción industrial de principales socios comerciales, precios internacionales, tipos de cambio real.

¹⁷ Estas características están presentes casi de forma idéntica en múltiples estudios relacionados con la teoría de los indicadores líderes. En este trabajo se hace referencia principalmente a los desarrollos de la OCDE y del Conference Board.

Conformidad: las series elegidas deben presentar una buena relación de conformidad con el ciclo industrial. Esto se comprueba analizando los coeficientes de correlación temporal entre dicha serie y la de referencia.

Consistencia temporal: las series deben mantener su comportamiento adelantado, coincidente o rezagado a través del tiempo, bajo los distintos ciclos económicos. Deben exhibir un patrón temporal consistente.

Amplia cobertura: son preferibles variables que representen un amplio espectro de la actividad industrial, que variables vinculadas a ramas más específicas de la producción. Es deseable que el índice construido sea lo más representativo posible de la variable de referencia, y cuanto más abarcativas sean las variables elegidas, menos cantidad de ellas se necesitará para construir el índice.

Adecuación estadística: la frecuencia de las series candidatas debe ser al menos mensual. Deben además estar sujetas a la menor cantidad de revisiones posibles y cuya publicación esté disponible con anticipación a los datos de la variable objetivo. La recolección y procesamiento de los datos se debe realizar según técnicas estadísticas adecuadas. La muestra de datos debe ser relevante en su amplitud, representativa y confiable.

Suavidad: los movimientos mes a mes de las series no deben ser erráticos, es decir no debe haber un predominio del componente irregular en las mismas. Una serie que presenta un comportamiento suave tiene la ventaja de ser más eficaz, en comparación con una serie errática, en la rápida información respecto al comienzo de una nueva fase cíclica.

2.4. Indicadores e índices líderes sintéticos

2.4.1. Indicadores, índices sintéticos y pronósticos

Un indicador es una variable que brinda información creíble sobre otra variable de interés. Un índice compuesto o sintético es un indicador particular, que se calcula como promedio ponderado (pueden ser ponderaciones fijas o variables) de un conjunto de indicadores.¹⁸ De este modo, las series macroeconómicas candidatas a integrar el índice sintético serían los indicadores que, cumpliendo con determinados criterios estadísticos deseables mencionados en el apartado previo, se combinan mediante ponderaciones para conformar dicho índice sintético o combinado.

Los índices sintéticos que se construyen a partir de metodologías esencialmente empíricas, clasificados en función de su correspondencia temporal con la variable de referencia, pueden ser de tres tipos: adelantados, coincidentes y retrasados. Así, para los índices sintéticos aplican los mismos comentarios realizados en el apartado 2.2, respecto de la clasificación de series o indicadores considerados de forma individual.

De lo anterior se desprende que los índices o indicadores líderes son aquellos que logran adelantar el comportamiento de la variable de referencia. Un indicador líder es una variable (o un resumen de variables) cuyo resultado es conocido previamente al de la variable de referencia.¹⁹ En el caso concreto del presente trabajo, se confeccionará un índice líder sintético que aportará información sobre el estado de la producción real en el sector industrial uruguayo, con anticipación a la publicación de los datos de la serie de Índice de Volumen Físico (IVF) de la producción industrial nacional, confeccionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

El concepto previo nos acerca a la noción de pronóstico, dado que la variable de referencia es lo que se desea pronosticar, es decir conocer su estado en un futuro próximo. Un pronóstico es

¹⁸ Lanzilotta (2006).

¹⁹ En algunas ocasiones, los índices o indicadores coincidentes también operan como adelantados, sin son divulgados con antelación a la variable de referencia, o tienen una mayor frecuencia. Esta situación se da particularmente en el ISAE, elaborado por Masoller (2002).

cualquier afirmación acerca del futuro, ya sea bien fundada, precisa, basada en algún modelo, o sin ninguna de estas características.

Existen múltiples maneras y formas de realizar pronósticos, desde análisis estadísticos basados en modelos formales hasta juicios más informales, adivinanzas o simplemente el hecho de lanzar una moneda al aire. En economía, los métodos generalmente empleados para realizar pronósticos incluyen modelos informales, opinión de los expertos, extrapolación, encuestas, índices o indicadores líderes, modelos de series de tiempo y sistemas econométricos complejos.²⁰

Como es de esperar, todos estos métodos tienen inconvenientes y virtudes. En general, los sistemas econométricos y de series de tiempo son los métodos preferidos para realizar pronósticos en economía. No obstante, la opinión de los expertos y los indicadores líderes pueden modificar el resultado de los pronósticos hechos con aquellos modelos. De cualquier forma, el juicio de los expertos carece de validez cuando es el único componente base del pronóstico. La extrapolación, por su parte, funciona siempre y cuando las tendencias persistan, pero los pronósticos son justamente más útiles cuando pueden predecir cambios en las tendencias.

2.4.2. Evaluación de índices líderes

Un pronóstico en general será juzgado como exitoso si se prueba que el resultado ha sido cercano a la variable de referencia, no sin considerar con especial atención cómo se define o la forma de medir esa cercanía. Según Clements y Hendry (2002), el fracaso es más sencillo de identificar: un pronóstico ha fracasado cuando dista del valor observado en una cantidad mayor en relación a la precisión deseada.

Por otra parte, también suelen realizarse comparaciones empíricas bajo la forma de competencia de pronósticos. Así, se estudia la performance de diferentes métodos aplicados sobre los mismos datos, para luego evaluar el costo-beneficio de la utilización de métodos más complejos y costosos que seguramente (pero no siempre) aportarán mejores resultados.²¹

²⁰ Clements y Hendry (2002).

²¹ Los trabajos de Cuadrado y Queijo (2002) y Lanzilotta (2006) constituyen ejemplos interesantes de comparación de predicciones mediante diferentes métodos.

En cualquier caso, cuando llega el momento de observar el comportamiento del índice líder confeccionado, analizar cada caída (aumento) como un indicio de recesión (expansión) llevaría a pronosticar una recesión (expansión) repetidas veces en un mismo año. No se dispone aún de un único método a partir del cual se puedan derivar conclusiones del índice con seguridad. Por el contrario, existen una variedad de reglas y criterios de diversa complejidad que, a pesar de sus limitaciones, permiten extraer información respecto del comportamiento de la variable objetivo.

El método más sencillo se centra en un estudio empírico de las características de los adelantos, debiéndose evaluar si el índice líder considerado adelanta todos los picos y valles de la serie de referencia, que el adelanto temporal sea lo más parecido posible para todos los picos y valles, y que no ofrezca falsas señales al igual que no debe omitir la identificación de ningún punto de giro existente en la serie de referencia.

Otro método de evaluación, propuesto inicialmente por Vaccara y Zarnowitz (1978), se basa en aplicar una transformación a la serie del índice líder, para poder así estudiar su cambio porcentual. De ese modo, se recomienda identificar la presencia de tres meses consecutivos de caída (aumento) en el índice como una señal de recesión (expansión), es decir, confirmando la existencia de un pico (valle) previamente. Los resultados serán comparados posteriormente contra idéntico análisis aplicado individualmente sobre la serie de referencia. Esta regla ha sido la usada por la prensa en EEUU por mucho tiempo; pero últimamente ha perdido vigencia por la alta cantidad de señales falsas que entrega y reales puntos de giro que ha fallado en predecir.

La transformación aplicada puede consistir en el cálculo de la variación simple, o bien de la variación porcentual doce meses, en la que cada cifra del índice es dividida por el promedio móvil de la serie centrado en 12 meses. Con esta última forma se logra un mayor adelanto de los puntos de giro. En cualquier caso, la intuición que subyace es que para identificar un punto de giro, el cambio en la tendencia debe ser lo suficientemente grande y durable.

El tercer método consiste en la confección de un índice de difusión, que deberá registrar la proporción de series del índice líder sintético que están aumentando en un determinado momento, sobre el total de series que lo componen. El índice de difusión varía entre 0 y 100%, y cuanto mayor sea su coincidencia con el índice líder, más importante habrá sido el impacto de la mayoría de componentes del índice líder sobre la variación del mismo, y menor será el impacto de una

variación irregular en alguna de sus variables componentes. Cuanta mayor coincidencia exista entre ambos, se deberá esperar una mayor capacidad del índice líder de anticipar los puntos de giro, y evitar por lo tanto la predicción de señales falsas y la no identificación de puntos de giro existentes.

Otras formas de evaluación estudian el adelanto promedio del índice líder (mediante un análisis de las correlaciones cruzadas con la variable de referencia), su desvío estándar, o se basan en el empleo de tests no paramétricos. Entre estos últimos, el *Randomization test for matched pairs* consiste en el cálculo de la diferencia de adelanto de un indicador respecto a la serie de referencia en distintos puntos de giro. Luego se toman esas diferencias en valor absoluto y se les cambia el signo sistemáticamente una por una, de manera de generar todos los resultados posibles con sumas iguales o mayores que la observada originalmente. Estos resultados permiten encontrar una región crítica de no aceptación de la hipótesis nula, donde las diferencias de adelanto entre las dos series no son estadísticamente significativas. Para muestras mayores a 25 observaciones puede utilizarse una aproximación normal para realizar el test.

Finalmente, en general resulta enriquecedor para cualquier análisis realizar una combinación de más de uno de los métodos explicados en este apartado, con el objetivo de obtener un buen desempeño del índice compuesto confeccionado.

Un ejemplo de esto es lo que se conoce con el método de las “tres D”: duración, profundidad y difusión²². Cuanto más profunda sea una caída, más prolongada en el tiempo y más difundida a lo largo de las variables integrantes de los índices, mayor es la probabilidad de estar frente a un episodio recesivo. El razonamiento análogo se aplica para el caso de una fase expansiva. En el Conference Board han comenzado a prestar cada vez más atención a estos tipos de evaluación compuestos, dado que son más robustos frente a la detección de señales falsas.

²² De su denominación original en inglés, las tres D corresponden a: *Duration, Depth, Diffusion*.

2.4.3. Críticas y limitaciones de los índices líderes²³

Los índices líderes están sujetos a un conjunto de críticas que van desde la concepción misma del ciclo económico hasta las limitaciones predictivas de los mismos.

Una de las primeras críticas al desarrollo de los indicadores líderes proviene de Koopmans (1947), y se refiere a la inexistencia de un marco teórico formal que explicita las relaciones existentes entre las variables bajo estudio. Esta posición hace alusión a la ausencia de un marco conceptual que permita comprender los determinantes del comportamiento de los agentes económicos (consumidores, trabajadores, empresarios, etc.) cuyas decisiones, bajo determinado entorno de organización social y desarrollo tecnológico, son las que en última instancia determinan el nivel de actividad económica y sus posibles fluctuaciones. Por otra parte, esta postura también resalta la restricción que la teoría de indicadores líderes impone sobre la posibilidad de extraer recomendaciones en cuanto a medidas de política económica.

Desde la perspectiva de la Teoría del Ciclo Económico Real²⁴ se señala que las inestabilidades existentes en la economía moderna resultan principalmente de la existencia de shocks exógenos (cambios tecnológicos, shocks de oferta, etc.), por lo cual la construcción de indicadores en base al comportamiento de variables endógenas al ciclo económico es inadecuada desde un punto de vista conceptual.

En lo que tiene que ver con la construcción de los indicadores y su desempeño predictivo, las limitaciones del enfoque se pueden resumir bajo los siguientes puntos:

- Los indicadores sintéticos son, por su forma de construcción, intrínsecamente inferiores a los desarrollos econométricos sofisticados en lo que hace al pronóstico macroeconómico.
- La construcción de un indicador sintético a partir de un conjunto de series que están generalmente sujetas a revisiones en sus valores, da lugar a la obtención de señales erráticas a partir de los mismos.

²³ Elaborado en base a Koopmans (1947), Lanzilotta (2006) y Conference Board (2001).

²⁴ *Real Business Cycle Theory*.

- Los indicadores líderes no permiten cuantificar la duración esperada de una recesión ni la profundidad de la misma.
- Las periódicas revisiones a los indicadores líderes, con cambios en las ponderaciones y en las series que conforman los mismos, son señaladas como una fuerte debilidad de los mismos. Se entiende que esto es consecuencia de la presencia de cambios estructurales en la economía que los indicadores no pueden reflejar, obligando a una permanente revisión y reestimación de los mismos.

3. Antecedentes

En 1937 Wesley Mitchell, Arthur Burns y sus colegas del National Bureau of Economic Research (NBER) desarrollaron una lista de indicadores líderes, coincidentes y rezagados del nivel de actividad económica de los Estados Unidos como parte de un programa de investigación sobre el ciclo de negocios de la economía americana.

A partir de estos trabajos pioneros se ha desarrollado un variado conjunto de metodologías acompañando el desarrollo de las técnicas econométricas y computacionales, para la elaboración y construcción de indicadores cíclicos, principalmente adelantados y coincidentes, representando estos un destacado rol en el estudio y pronóstico del nivel de actividad macroeconómico desde entonces. Simultáneamente, la teoría de los indicadores adelantados y coincidentes se ha ido expandiendo a otras variables macroeconómicas de interés, como la inflación y empleo, además de aplicarse al análisis de distintos sectores de la economía como la industria manufacturera, la construcción y el comercio exterior.

El presente capítulo se estructura de la siguiente manera: en una primera instancia se presentan los principales desarrollos teóricos en la materia, siguiendo en cierto modo su patrón de desarrollo histórico, y finalmente se presentan aplicaciones de las metodologías de los indicadores líderes para sectores específicos de la economía.

3.1. Principales desarrollos teóricos

3.1.1. National Bureau of Economic Research (NBER)

Burns y Mitchell sostenían que la principal característica del ciclo económico era su generalidad. Según estos autores, para estimar la evolución del ciclo era necesario considerar un conjunto de variables lo suficientemente representativas de la economía y detectar un patrón sistemático de comportamiento en las fluctuaciones conjuntas.

A grandes rasgos, la metodología desarrollada en el NBER se articula en tres etapas:

- análisis individual de un gran número de variables con especial atención al fechado de sus puntos de giro, es decir, al momento en que sus fluctuaciones cíclicas pasan de la fase ascendente a la descendente o viceversa;
- selección de un subconjunto suficiente de series que resuma la información existente;
- agregación de las variables de este subconjunto en un indicador sintético calculado como promedio de tasas de crecimiento estandarizadas.

3.1.2. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)

En los años setenta la OCDE desarrolló un sistema compuesto de indicadores líderes (CLI, *Composite Leading Indicators*) con la finalidad de obtener una señal temprana de futuros cambios en el nivel de actividad económica.

Las fluctuaciones en el nivel de actividad son medidas como la variación en el producto observado respecto del producto potencial o de largo plazo. La diferencia entre el producto potencial y el producto observado (brecha de producto) es asumida como medida del ciclo económico, también conocido como ciclo de crecimiento.

Actualmente la metodología desarrollada por la OCDE consta de los siguientes pasos:

- Preselección de las variables, a partir de un conjunto de series que presentan un comportamiento cíclico similar al de la serie de referencia, pero con la importante característica de adelantar el ciclo de esta.
- Filtrado de las series seleccionadas, con la finalidad de remover el componente estacional, tendencial y las observaciones atípicas. La desestacionalización de las series es realizada mediante la aplicación de la metodología X12 o Tramo-Seats, mientras que la identificación de los outliers es obtenida mediante el uso de la metodología Tramo. Por su parte, la extracción del componente tendencial y suavización de las series son realizadas mediante el filtro de Hodrick-Prescott.²⁵
- Normalización de las series filtradas mediante la extracción de la media de cada una de ellas, y posterior división por la media absoluta de la desviación de las series, sumándole 100 a cada una de ellas.
- Se agregan las series en tasa de crecimiento con la misma ponderación²⁶, obteniéndose de esta manera el indicador sintético.

Según Cullity y Banerji (1996) la metodología empleada por la OCDE presenta algunas ventajas respecto a la metodología del NBER; especialmente, evita el dominio de la tendencia y de los componentes irregulares en los índices sintéticos.

No obstante, también presenta algunas debilidades respecto a la forma en cómo se extrae la tendencia, principalmente dos: el desplazamiento temporal de los puntos de giro, y la amplificación en la variación de las magnitudes de los giros en las situaciones en que la tendencia no es lineal. Según los autores mencionados, ambos fenómenos responden a un único problema básico: la forma de extraer la tendencia no es coherente con la experiencia clásica del ciclo de negocios.

En este sentido, Boschan y Banerji (1990) desarrollan un conjunto de sugerencias para mejorar el ajuste cíclico de los indicadores y la eliminación de la influencia del componente irregular de las

²⁵ Previo a noviembre de 2008 la extracción del componente tendencial era realizada empleando la metodología *Phase Average Trend* (PAT) desarrollada por US National Bureau of Economic Research, y la suavización de las series mediante el método *Month for Cyclical Dominance* (MCD). Estos cambios metodológicos no correspondieron a una mejora en los procedimientos, sino a la búsqueda de una mayor transparencia en los mismos.

²⁶ No obstante, vale señalar que existe un sistema implícito de ponderaciones que viene dado por la forma en que se normalizan las series

series. A grandes rasgos, plantean la necesidad de obtener series económicas de amplitud estacionaria²⁷ para ser incluidas en los indicadores, mediante la aplicación previa de su transformación logarítmica. Respecto al problema del predominio del componente irregular, proponen la utilización del desvío estándar de las series libres de componente tendencial como factor de estandarización. Dichas sugerencias son a su vez implementadas en la metodología desarrollada por el Instituto de Investigación del Ciclo Económico (ECRI).

3.1.3. Economic Cycle Research Institute (ECRI)

Desde su fundación en el año 1967 por parte Geoffrey H. Moore, ECRI ha mantenido una larga tradición en el estudio del ciclo económico, la cual ha ido adaptándose a las innovaciones observadas en la actividad económica, así como a la incorporación de mejoras metodológicas.

La metodología empleada en la actualidad para la construcción de sus indicadores adelantados consta de tres grandes etapas.

Se inicia con la búsqueda de amplitud estacionaria de las series. Para este fin, se convierten a logaritmos las series cuya varianza a lo largo de los ciclos es proporcional a sus niveles. En el caso de series como tasas de crecimiento, de las que se esperaría que tuvieran amplitud estacionaria en primer lugar, las series son usadas directamente sin ninguna transformación.

Posteriormente se procede a la normalización o estandarización de las series, mediante la aplicación de un factor de estandarización, formado por la desviación estándar de las series estacionarias sin tendencia.

Finalmente, la agregación de las series puede realizarse con igual ponderación para todas u otorgando mayor ponderación a las series que previamente tenían menor desvío estándar. El índice compuesto suavizado podría ser susceptible de extracción de tendencia o de ajustes en la varianza para lograr un mayor ajuste con la serie objetivo.

²⁷ La amplitud estacionaria se alcanza cuando la varianza de una serie respecto a su línea de tendencia, medida independientemente para cada ciclo, permanece invariada de un ciclo a otro.

La principal diferencia con los métodos de NBER y OCDE es que la tendencia no se extrae a las series particulares sino al agregado. Además, a diferencia de la OCDE, el ECRI no utiliza el método de los componentes no observados para transformar las series.

3.1.4. Conference Board

En 1995 el Departamento de Comercio de los Estados Unidos decide transferir la construcción y el seguimiento de los indicadores líderes al centro de estudios económicos The Conference Board. En el entendido de que los indicadores líderes constituyen una poderosa y práctica herramienta para comprender y pronosticar los ciclos económicos, dicha institución ha contribuido en la mejora de los indicadores, fomentando su difusión y promoviendo la enseñanza sobre los mismos.

La metodología desarrollada consta de dos grandes etapas: la clasificación previa de las variables y la construcción del indicador propiamente dicho.

En una primera etapa se realiza una clasificación de las variables económicas a ser estudiadas en función de su sincronización temporal respecto a la variable de referencia. Así, se obtienen series adelantadas, coincidentes y rezagadas con respecto al PIB, que sería la variable objetivo. El Conference Board clasifica como adelantadas aquellas variables que presentan su mayor coeficiente de correlación temporal respecto al PIB con un adelanto mayor al mes; coincidente si la mayor correlación se observa contemporáneamente o con un mes de adelanto o rezago; y finalmente, la variable es rezagada si la mayor correlación se presenta con un retraso mayor a un mes.

Posteriormente, se realiza una segunda clasificación de las variables en relación a la importancia y signo de su movimiento con respecto al ciclo del PIB, clasificándolas en procíclicas, contracíclicas o acíclicas. Las series procíclicas son aquellas que se mueven en la misma dirección que el producto, las contracíclicas en sentido contrario y las acíclicas no presentan un patrón único de comportamiento. En este sentido, la clasificación se realiza a partir de la comparación de los coeficientes de la función de correlación cruzada (ρ) con un valor crítico, que se establece en 0,2:

$\rho (X, \text{PIB}) > 0,2$	$\Rightarrow$	X es procíclica
$\rho (X, \text{PIB}) < -0,2$	$\Rightarrow$	X es contracíclica
$-0,2 \leq \rho (X, \text{PIB}) \leq 0,2$	$\Rightarrow$	X es acíclica

Para el desarrollo de los indicadores adelantados son de interés aquellas series que adelantan el ciclo económico y a su vez presentan un comportamiento procíclico o contracíclico respecto a la serie objetivo, descartándose aquellas series que no presentan un patrón de comportamiento bien definido.

Una vez seleccionadas las variables a emplear en la construcción del indicador se realiza el siguiente procesamiento estadístico:

- Desestacionalización de las series
- Cálculo de la variación mensual de cada una de las variables. Si las variables están en porcentajes se aplica una formula de variación simple,

$$x_t = X_t - X_{t-1},$$

mientras que en los demás casos se utiliza una formula de variación simétrica:

$$x_t = 200 * \left(\frac{X_t - X_{t-1}}{X_t + X_{t-1}} \right)$$

- Ponderación de las series de forma inversa respecto a su volatilidad, de manera tal que una serie más volátil reciba un peso menor en el indicador.
- Agregación de las series, obteniéndose el índice líder compuesto.

En la recopilación estadística realizada en el marco de la publicación del libro *Business Cycle Indicators Handbook* (2001), donde se detallan las series estudiadas y las mejoras metodológicas desarrolladas por el Conference Board para la construcción de los indicadores cíclicos, además de un conjunto de artículos de discusión sobre el desempeño de los mismos, se destacan los siguientes contrastes empíricos.

- La conformación de indicadores compuestos como medida de comportamiento del ciclo económico, a partir de la combinación de un conjunto de series individuales, permite suavizar el comportamiento más volátil que evidencian las series observadas individualmente. Además permite identificar de forma más convincente y clara los puntos de giro, que observando de forma separada un conjunto de series individuales que adelantan el ciclo.
- Los indicadores contruidos presentan un comportamiento asimétrico a lo largo de los distintos ciclos económicos. En general, muestran una mayor capacidad de predecir picos que valles, es decir, los indicadores permiten adelantar con mayor anticipación el advenimiento de una fase recesiva, que la recuperación de la fase expansiva. Asimismo, la performance en la identificación de un mismo tipo de punto de giro, ya sean valles o picos, también muestra un comportamiento dispar de un ciclo a otro, con una mayor variabilidad en el caso de los picos que en el de los valles.

En suma los indicadores contruidos por el Conference Board han adelantado sostenidamente al ciclo económico americano. Sin embargo, dicha capacidad de liderazgo ha sido variable a lo largo del tiempo, además de mostrar un comportamiento asimétrico en las distintas fases del ciclo.

3.1.5. James Stock y Mark Watson

Stock y Watson (1990) construyen un índice coincidente y un índice líder para la economía norteamericana a partir de la reformulación de los indicadores existentes elaborados por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos (DOC). Su aporte no consistió en mejorar los indicadores existentes, sino en reproducir los resultados que se venían obteniendo de manera puramente empírica, a través de la formulación de un modelo paramétrico explícito y bien fundamentado.

La idea básica es que el comovimiento contemporáneo de las principales variables económicas es conducido por los mismos shocks, similares al comportamiento de una única variable inobservable, el “estado de la economía” o factor común. Se trata de un modelo lineal de extracción de señales que filtra los movimientos idiosincráticos en las series observadas, estimando el componente

inobservable mediante la utilización del filtro de Kalman, y realizando la estimación de los parámetros necesarios mediante el método máxima verosimilitud.

La metodología empleada presenta como principales atractivos la determinación de forma conceptual de las variables a ser incorporadas en los indicadores así como también la posibilidad de determinar de forma analítica cual es la combinación de variables que genera los mejores resultados.

3.1.6. Francis Diebold y Glenn Rudebusch

Diebold y Rudebusch (1996) parten de la definición original de Burns y Mitchell del ciclo de negocios, mencionada en el apartado 2.1.1., retomando las dos características destacadas en esa oportunidad: el comovimiento existente entre un amplio conjunto de series individuales, y el diferente comportamiento observado en la economía durante las expansiones y contracciones.

La metodología desarrollada por estos autores consiste en combinar la idea original de los modelos factoriales de reducción de dimensiones, conjuntamente con un factor estocástico inobservable que cambia de régimen. La estructura factorial supone plantear la estimación del ciclo en un contexto multivariante, recogiendo así toda la información relevante que pueda existir en el sistema. Mientras tanto los cambios de régimen en el factor estocástico permiten que tanto este como las variables observables exhiban un comportamiento asimétrico a lo largo del ciclo.

Cancelo (2005) señala como principal ventaja de este enfoque respecto a las demás metodologías, la integración de la construcción de los indicadores sintéticos en un marco conceptual medido en escala continua en un contexto multivariante, captando además la no linealidad existente en las variables observadas inducidas por comportamientos asimétricos de estas a lo largo del ciclo.

3.2. Aplicaciones para otros sectores de actividad

Dua y Banerji (2001) construyen un indicador para predecir los movimientos cíclicos de las exportaciones indias, utilizando como insumo los 36 tipos de cambios real e indicadores líderes de actividad de los principales socios comerciales de India. Los resultados encontrados muestran que el indicador líder construido (tanto en niveles como en tasas de crecimiento) hubiera adelantado la mayoría de los movimientos cíclicos en las exportaciones reales, sus precios y montos de los últimos 25 años.

Por su parte, Banerjee y Marcellino (2003) emplean los modelos de reducción de dimensiones desarrollados por Stock y Watson para predecir la inflación de la economía norteamericana, encontrando que los resultados obtenidos son menos auspiciosos que para los modelos regresivos y autorregresivos.

Finalmente Guha et al (2001) encuentran evidencia de que un modelo lineal, usando indicadores líderes del ciclo económico, provee pronósticos acertados para predecir expansiones y contracciones en el nivel crediticio de la economía de EEUU, a pesar del comportamiento asimétrico de los indicadores, tanto en su consistencia como adelanto, respecto a los picos y valles del ciclo económico.

4. Trabajos previos para Uruguay

El presente capítulo propone una revisión de la bibliografía relacionada con la estimación de componentes inobservables e indicadores de ciclo en nuestro país. En principio se mencionan dos estudios que constituyen un aporte metodológico significativo a la presente monografía. En las secciones 2 y 3 se presentan una serie de indicadores adelantados contruidos respectivamente para el sector industrial y la economía en su conjunto. Finalmente, se hace referencia a un indicador construido recientemente para el sector financiero uruguayo que si bien no es de tipo adelantado como los anteriores, su metodología de construcción pose grandes similitudes con la desarrollada en la presente monografía.

4.1. Estimación de componentes inobservables y predicción

Entre la gran cantidad de estudios disponibles para nuestro país sobre descomposición de series temporales en sus componentes no observables y caracterización del ciclo de la economía, resulta de interés en primer lugar el de Kamil y Lorenzo (1998). El mismo consiste en una descripción y análisis de las fluctuaciones del ciclo macroeconómico de la economía uruguaya (medido por el Producto Interno Bruto real) entre 1975 y 1994, estimando los componentes cíclicos a partir de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott sobre los componentes de tendencia-ciclo, previamente estimados a partir de modelos univariantes de forma reducida. Para realizar dicha caracterización, utilizan tres estadísticos a modo de resumen de la información sobre las fluctuaciones macroeconómicas: desviación estándar, coeficientes de correlación cruzada entre una determinada serie y el componente cíclico del PIB, y coeficiente de autocorrelación de primer orden.

Como resultado principal encuentran que las fluctuaciones del componente cíclico del PIB muestran una alta volatilidad y persistencia, pero rechazan la idea de existencia de un patrón asimétrico entre recesiones y expansiones. A su vez, comprueban que la economía uruguaya atravesó tres fases en el período de estudio: crecimiento hasta 1980, contracción entre 1981 y fines de 1984 y crecimiento nuevamente hasta el final del período analizado. Finalmente, encuentran un alto coeficiente de correlación contemporánea entre el PIB y el IVF de producción industrial, así como una mayor volatilidad y menor inercia en los movimientos cíclicos de la última variable, en comparación con la primera.

Por su parte, Cuadrado y Queijo (2001) utilizan diferentes métodos cuantitativos para predecir el PIB trimestral uruguayo para el período 1998-2001, analizando aspectos positivos y negativos de cada una de las metodologías implementadas (modelos univariantes, vectores autorregresivos y modelos econométricos de forma reducida). Usando como métrica el error cuadrático medio (ECM) concluyen que ninguno de los modelos muestra un predominio claro sobre el resto. Por otra parte, las predicciones obtenidas no son muy precisas, lo cual puede estar motivado por factores coyunturales de la época.

4.2. Índices líderes para la industria

En el ámbito estrictamente del sector industrial, la cantidad de trabajos y estudios relacionados con el desarrollo de índices líderes y la predicción del ciclo industrial no es tan importante como lo es para la economía en su conjunto.

Uno de ellos es el estudio realizado por Teja et al (1991), en el marco del proyecto URU/86/004 para el desarrollo del Sistema de Información Ejecutivo URUCIB. El objetivo del trabajo fue obtener un Indicador Mensual de Actividad Manufacturera (IMAM) que adelantara el resultado del IVF de la producción industrial, de periodicidad trimestral, elaborado en esos días por la Dirección General de Estadística y Censos (DGEC). El insumo para lograrlo fue un conjunto de indicadores de producción de algunas actividades manufactureras, de fácil acceso a través del sistema URUCIB, y que se combinaban al interior de un modelo econométrico.

Luego de elaborar dos índices, uno mensual y otro trimestral, los autores concluyen que este último adelanta al IVF de la Industria aproximadamente en 60 días, mientras que el IMAM mensual sirve fundamentalmente para anunciar el signo de las variaciones con respecto a igual mes del año anterior.

Fernández desarrolla, en su monografía de grado del año 1992, un indicador cualitativo de la fase del ciclo que atraviesa la economía distinguiendo tres estados: expansión, estabilidad y recesión. Define el IVF de la Industria Manufacturera (con y sin refinería de petróleo) como la serie de referencia que mejor representa al ciclo económico, y usa series de datos anuales para el período 1950-1991 y trimestrales para el sub-período 1973-1990. La metodología utilizada consiste en aplicar un alisado mediante medias móviles de Henderson a las series del IVF industrial anuales y trimestrales desestacionalizadas, de forma de eliminar el componente irregular y obtener así el componente tendencia-ciclo depurado. Al comienzo y al final de la serie, para no perder observaciones, se aplicaron filtros asimétricos. Luego se calcularon las diferencias primeras y en base a ese resultado se planteó una prueba de hipótesis que clasificara las observaciones en uno de los tres estados mencionados.

Entre los resultados con datos trimestrales, se encontró evidencia de una fase expansiva hasta 1980 y una fuertemente contractiva entre 1981 y 1983, una nueva expansión en 1986-87 y a partir de ahí recesión hasta el final de la muestra (no hay grandes diferencias con el análisis para datos anuales). En cuanto a la detección de indicadores avanzados el autor caracteriza a los resultados obtenidos como decepcionantes, dado que no se encontró una serie en particular que tuviera rasgos de adelanto respecto al IVF industrial, y las combinaciones realizadas solo contribuyeron a mejorar levemente esa situación. Las series consideradas a estos efectos fueron crédito al sector privado, cantidad de dinero (M1, M2 y M3), importaciones de bienes de capital, importaciones de maquinaria y equipo e importaciones de bienes intermedios (con y sin petróleo).

Más recientemente Lanzilotta et al (2003) construyen distintos modelos univariantes y multivariantes para analizar y predecir el IVF de la industria manufacturera uruguaya, excluida la refinería de petróleo, usando datos mensuales entre 1985 y 2003. Enumeran ventajas y desventajas de la desagregación de la industria desarrollada por el INE; al tiempo que adoptan

otro método de agrupación de las ramas industriales para la confección del modelo multivariante, basándose en Laens y Osimani (2000).²⁸

Finalmente, el Departamento de Estudios Económicos perteneciente a la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU), ha publicado recientemente (octubre de 2009) el primer informe mensual del Indicador Adelantado de la Producción Industrial (IAPI). Este índice sintético busca anticipar el ciclo del IVF de la producción industrial nacional, sin refinería de petróleo y excluyendo a su vez las ramas 1549 y 2101 (asociadas principalmente a la producción de Botnia y Pepsi respectivamente), sobre la base de los índices elaborados mensualmente por el INE.

Este índice sintético logra obtener un adelanto de aproximadamente tres meses respecto a la publicación de la variable objetivo²⁹, y se complementa con la construcción del Índice de Difusión para las mismas variables integrantes del IAPI, también en forma mensual.

Si bien su metodología de construcción no se ha difundido en su totalidad, la CIU establece que la confección del IAPI comienza con la identificación de variables adelantadas respecto a la serie objetivo, que se enmarcan en cuatro grupos: contexto Internacional, actividad de la región, comercio exterior y mercado interno, con un peso de 30%, 29%, 21% y 20% respectivamente.

Luego de seleccionadas las series que integrarán el índice sintético, se extrae el ciclo de cada una de ellas y se estiman los coeficientes de correlación cruzada respecto al ciclo del IVF para analizar el rezago de las mismas. La agregación del IAPI se realiza sobre las series en diferencias, para las que se efectúa una suma ponderada de sus tasas de crecimiento. La ponderación de las variables individuales para entrar en el índice compuesto, se realiza de forma tal de igualar la incidencia desigual de las volatilidades de las mismas sobre el resultado del indicador.

La CIU recomienda considerar como quiebres en la tendencia del IVF cuando se observan al menos tres meses consecutivos de inversión de la pauta previa de crecimiento del índice líder,

²⁸ De acuerdo a la especialización productiva y la inserción comercial de las ramas de la industria a 4 dígitos, Laens y Osimani (2000) clasifican los sectores industriales en sectores de comercio intra-rama, de bajo comercio, productoras de bienes sustitutivos de importaciones y exportadoras.

²⁹ Esos tres meses de anticipación se generan en parte por el rezago en la divulgación de la variable objetivo (un mes y medio) y en parte por la capacidad de adelanto genuina del IAPI propiamente dicho (entre uno y dos meses).

complementando dicha regla con el Índice de Difusión construido para evitar la identificación de señales falsas.

4.3. Índices líderes para la economía

En el ámbito de los indicadores líderes sintéticos para la economía en su conjunto, Masoller (2002) busca estimar la fase del ciclo que se encuentra atravesando la economía y detectar puntos de quiebre en la tendencia de largo plazo del producto. Para lograrlo construyó un Indicador Sintético de Actividad Económica (ISAE), estimando un modelo de factores dinámicos (basado en los desarrollos de Stock y Watson en 1991) para el período 1989-2001. Dicho índice utiliza como insumos el IVF manufacturero, las importaciones totales de bienes (excluido el petróleo), la recaudación tributaria (medida a través del IVA) y las ventas de cemento Pórtland a obras privadas.

El ISAE supera la capacidad predictiva del Indicador Mensual de Actividad Económica (IMAE)³⁰ y reduce a más de la mitad el error cuadrático medio (ECM) cuando se comparan sus predicciones con las de un modelo autorregresivo para el PIB. La limitación principal de este enfoque es la incertidumbre respecto al comportamiento del ISAE frente a un escenario de cambio en el entorno macroeconómico.

Utilizando un enfoque que intenta solucionar el inconveniente de predecir en periodos de cambios de tendencia, Lanzilotta (2006) sigue una metodología tendiente a conciliar el empiricismo propio de los sistemas de indicadores líderes sintéticos, con la utilización de métodos econométricos más cercanos a la teoría económica. De ese modo, construyó una serie de índices líderes y coincidentes bajo un esquema metodológico de cointegración, de modo de asegurar la consistencia y estabilidad en el tiempo de los mismos. Por otra parte, considerando la evidencia de

³⁰ Confeccionado por Lorenzo et al (1999), como resultado de una consultoría contratada por CEPRE (Comité Ejecutivo para la Reforma del Estado). Es un índice de Laspeyres con ponderaciones fijas, compuesto por 38 indicadores sectoriales disponibles mensualmente. Se realiza partiendo de una combinación lineal de los mismos y contiene información sobre algo más del 87% de la estructura del PIB de la economía uruguaya de aquella época.

asimetrías en el ciclo del PIB demostrada por Rodríguez y Badagián (2004)³¹, realizó una aproximación de tipo no lineal además del modelo lineal construido inicialmente. Los índices adelantados lineal y no lineal se componen de las mismas variables: Estimador Mensual de Actividad Económica (EMAE) de Argentina, precio del petróleo e indicador de expectativas empresariales de la Cámara de Industrias del Uruguay; si bien en el no lineal esta última se incorpora con un comportamiento asimétrico.

Luego de constatar la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo entre las variables componentes de los índices y el IVF del PIB, el estudio de los errores de predicción permite concluir que los índices adelantados (IA) presentan un mejor desempeño que los coincidentes (IC). A su vez, ambos tienen un desempeño superior que los modelos autorregresivos confeccionados. Por último se comprueba que si bien el IA lineal es el que presenta mejor desempeño en los períodos de estabilidad, el IA no lineal aporta información más relevante en períodos de mayor fluctuación cíclica (es decir, cuanto más apartado se encuentra el ciclo económico de su trayectoria tendencial).

Por su parte, el Centro de Estudios de la Realidad Económico y Social (CERES) confecciona mensualmente el Índice Líder de Ceres (ILC), compuesto por variables que tienden a anticipar los puntos de giro del ciclo económico uruguayo. Su objetivo es el pronóstico de expansiones y recesiones de la economía en su conjunto, pero al igual que sucede con el IAPI de la CIU, no permite la elaboración de proyecciones cuantitativas sobre el nivel de actividad futuro de la economía.

La metodología y las variables utilizadas en la confección del ILC no son de público conocimiento. De idéntica forma que la CIU, CERES recomienda la interpretación de tres meses consecutivos de caída (aumento) en el ILC como una señal de recesión (expansión).

³¹ Rodríguez, S. y Badagián, A. L. (2004), "Dinámicas no lineales y ciclos asimétricos en Argentina, Brasil y Uruguay." Instituto de Estadísticas de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración, UdelAR.

4.4. Un indicador sintético para el sector financiero uruguayo

Por último la consultora CPA-Ferrere ha elaborado, en un esfuerzo por aportar información relevante sobre la fortaleza y solidez del sistema financiero uruguayo, el Índice de Fortaleza del Sistema Financiero (IFF)³², para la banca universal de Uruguay. Así, el IFF analiza la evolución temporal de 12 variables financieras para 13 bancos de plaza, incluyendo a la banca universal pública y privada con excepción de casas financieras, instituciones financieras externas, cooperativas de ahorro y crédito, y el Banco Hipotecario. Su metodología es pública y similar a la que se utilizará en este trabajo, por lo que se realizarán unos breves comentarios al respecto.

Las 12 variables incluidas en el índice sintético están asociadas a cuatro dimensiones relevantes para la fortaleza de un sistema financiero: adecuación de capital de las instituciones, calidad de sus activos y pasivos, rentabilidad obtenida y riesgo asumido, y por último la red de seguridad institucional detrás del sistema. Si bien dicha clasificación intentó que las cuatro dimensiones abarcaran la totalidad del objeto de estudio, se señala como una crítica que el IFF no toma en cuenta el respaldo de los accionistas sobre la institución financiera correspondiente, factor que tuvo importancia durante la crisis del año 2002.

Se debe señalar también que el IFF, dado que se enmarca en la teoría de los índices sintéticos, es construido de forma de cumplir con las propiedades deseables correspondientes: que las variables no aporten información duplicada, adecuación estadística de sus series integrantes (información pública, actualizada y oportuna), metodología conocida, transparente, disponible y verificable, y que el índice no sobreerreaccione ante variaciones de corto plazo de las variables que lo componen.

En lo que hace a las ponderaciones de las variables individuales para entrar en el índice compuesto, se ajustaron por la volatilidad de cada serie, con el fin de tener en cuenta la gran

³² “Índice de Fortaleza del Sistema Financiero: Metodología y Resultados para el Caso Uruguayo” (2009), por Gili, Bruno; Lorenzo, Fernando; Mantero, Rafael y Schaffrath, Sven; presentado en las XXIV Jornadas Anuales de Economía del Banco Central del Uruguay.

diferencia existente entre las volatilidades individuales. De ese modo, las participaciones de las variables en el total del índice no son iguales a los ponderadores aplicados sobre cada variable.

Finalmente, con el objetivo de disminuir la probabilidad de identificación de falsas señales, se construye a su vez un Índice de Difusión, que mide el porcentaje de la cantidad de variables que creció en cada mes.

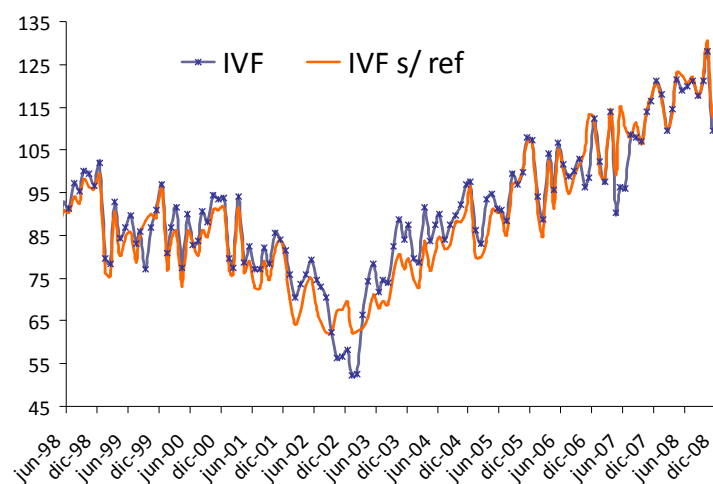
5. Metodología aplicada

5.1. Definición del objeto de estudio

Previo a la confección del índice líder sintético, es necesario identificar la variable objetivo para la que se desea predecir los quiebres de tendencia. En el presente trabajo, dicho papel es cumplido por el índice de volumen físico (IVF) de la producción industrial, que es elaborado mensualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INE), y se publica con alrededor de 45 días de rezago respecto al fin de cada mes de referencia.

Atendiendo a motivos de carácter estadístico, se considerará la producción industrial excluida la refinería de petróleo. Esta decisión se fundamenta en la excesiva volatilidad generada por la irregularidad de esta actividad: es sabido que la planta de refinería cierra esporádicamente para cumplir tareas de mantenimiento, sin seguir un patrón estacional definido. Se considera que de no aislar este efecto se estaría introduciendo un sesgo en la variable objetivo, alejándose de lo que tiene que ver con el ciclo de la industria y de la economía.

Gráfico 5.1- IVF con y sin refinería



Elaboración propia en base a datos del INE

Como se ve en el gráfico 5.1, la evolución de ambas series para el período de estudio es muy similar, con lo que se entiende que la decisión tomada no afectará en absoluto las conclusiones que se puedan extraer por medio del presente trabajo. De aquí en adelante, por lo tanto, cada vez que se hable de la variable objetivo o de referencia se estará haciendo mención al IVF de la producción industrial sin refinería de petróleo, para el período 1998.01-2008.12.³³

5.2. Preselección de variables

Se logró recabar inicialmente un grupo de casi 80 variables de frecuencia mensual, preseleccionadas como candidatas en primera instancia a integrar el índice líder sintético. Dichas series llegaron a ser recolectadas atendiendo diversos criterios generales: series utilizadas para la confección de indicadores líderes en otros países, estudio de bibliografía existente relacionada con el tema y sus recomendaciones, consideración de las particularidades de la economía uruguaya y siguiendo además la intuición económica de los monógrafos.

Asimismo, se sometió la totalidad de las series a un análisis crítico con la finalidad de comprobar que cumplieran en líneas generales con las propiedades deseables detalladas en el apartado 2.3., como ser motivos económicos de significación que expliquen el adelanto deseado respecto a la variable de referencia, conformidad, consistencia temporal y suavidad. Esta tarea implicó además la realización de un análisis gráfico individual de las series macroeconómicas consideradas.

Posteriormente se agrupó ese conjunto de variables preseleccionadas en un espectro de tres categorías o dimensiones, comprobando que las series disponibles logaran abarcar holgadamente la realidad objeto de estudio. Ellas son:

³³ Luego se verá que, por motivos relacionados con la identificación de puntos de giro en la variable de referencia, el periodo de estudio fue prolongado pasando a ser 1998.01-2009.07.

- contexto internacional,
- contexto regional,
- mercado interno.³⁴

5.3. Selección de variables

Luego de descartar las series que tuvieran una cantidad de observaciones disponible menor al período de estudio seleccionado, se procedió a calcular los coeficientes de correlación cruzada de las variables macroeconómicas restantes respecto de la serie del IVF. El objetivo buscado era confirmar la existencia de la relación de significación económica que se había supuesto previamente.

Por otra parte, como fuera comentado en el punto 2.2.2., el estudio de la función de correlación cruzada también permite clasificar dos series en lo que hace a su relación temporal y significación de la misma, pudiendo luego identificar posibles indicadores líderes de la producción industrial nacional. Si bien el método de las correlaciones cruzadas permite obtener solamente el adelanto promedio de las series macroeconómicas con respecto a la de referencia, sin arrojar información sobre el adelanto específico para cada punto de giro, se considera que es una buena aproximación para la identificación de posibles indicadores líderes. Además, otorga un respaldo adicional el hecho de que sea un método ampliamente usado en la literatura relacionada.³⁵

Las mencionadas correlaciones cruzadas se calcularon para las series en su componente cíclico, habiéndose obtenido previamente el componente tendencia-ciclo a partir de las series en logaritmos. Los componentes de tendencia-ciclo fueron estimados con la metodología Tramo-Seats y luego los cíclicos mediante el filtro de Hodrick-Prescott. En los anexos III y IV se incluye

³⁴ En el Anexo I se detalla, para la totalidad de las variables preseleccionadas, en qué categoría se ubicó cada una, su fuente y el nombre con el cual serán identificadas de aquí en adelante.

³⁵ Masoller (2002), Lanzilotta (2006), CIU (2009) y CPA-Ferrere (2009), entre otros, utilizan también este método de clasificación de series.

una breve explicación de estas metodologías de extracción de componentes inobservables, así como un análisis de sus defectos y virtudes en lo relacionado al presente trabajo.

A los efectos de realizar una primera selección y reducir así la cantidad de variables preseleccionadas, se consideró que pasarían el primer filtro las variables cuyo mayor coeficiente de correlación cruzada en valor absoluto fuera superior a 0.3 ($k^* > 0.3$, manteniendo la nomenclatura del capítulo 2), y adelantaran al mismo tiempo por lo menos en tres meses a la variable de referencia.

5.4. Confección del índice líder

A continuación se describe el procedimiento empleado para la construcción de los indicadores líderes propiamente dichos, conjuntamente con la explicación de los objetivos perseguidos en cada uno de los siete pasos llevados a cabo.

- i. Transformación logarítmica de las variables. De esta manera se consigue que la varianza de las series respecto a la línea de tendencia se mantenga incambiada de un ciclo a otro, obteniéndose series de amplitud estacionaria.³⁶
- ii. A continuación se extrae el componente tendencia-ciclo mediante la aplicación de la metodología Tramo-Seats. De esta forma, se alcanzan series libres de estacionalidad y movimientos irregulares, obteniéndose una señal más firme de la evolución de cada una de ellas.
- iii. Posteriormente se procede al cálculo de las variaciones mes a mes de cada una de las series, empleándose la siguiente fórmula de variación simétrica:

³⁶ Debido a la forma de construcción de la variable expectativas de los industriales, que se detalla en el siguiente capítulo, las observaciones para toda la serie varían en un rango entre 0 y 2. Así, el hecho de aplicar una transformación logarítmica sobre estos datos, dificultaría la aplicación de los demás pasos de la metodología, por lo cual se decidió hacer la excepción de tomar la serie en niveles.

$$x_t = 200 * \left(\frac{X_t - X_{t-1}}{X_t + X_{t-1}} \right)$$

En el caso de disponer de series en porcentajes o en tasas de variación, la variación mensual se calcula con la formula de variación simple:

$$x_t = X_t - X_{t-1}$$

De la aplicación de este paso, se obtienen series estacionarias en media.

- iv. A partir de las series obtenidas en el punto anterior, se calcula el desvío estándar de cada una de ellas.
- v. Obtenido el desvío estándar para cada una de las variables, se procede a la estandarización de las series mediante la división de cada una de ellas por su respectivo desvío estándar.
- vi. La agregación de las series individuales (transformadas) en el indicador sintético se realiza en función de un sistema de ponderaciones decrecientes que se explicará más adelante.
- vii. Finalmente, se aplica la formula de variación simétrica a la serie obtenida previamente, de manera de darle forma de índice:

$$\begin{aligned} I[1] &= 100 \\ I[2] &= I[1] * \left(\frac{200 + i[2]}{200 - i[2]} \right) \\ &\vdots \\ I[t+1] &= I[t] * \left(\frac{200 + i[t+1]}{200 - i[t+1]} \right) \end{aligned}$$

siendo $i[t]$ los valores resultantes de la agregación obtenida en el punto vi.

Por su forma de construcción, el índice sintético elaborado presenta base 100 en enero de 1998. Al disponer de una serie histórica de considerable extensión, resulta aconsejable realizar un cambio de base, dividiendo la serie por el valor promedio del año que se quiere fijar como tal y multiplicando los resultados por 100. En el caso del presente trabajo se seleccionó 2006 como año

base para los índices contruidos, con la finalidad de que coincida con el año base de la variable objetivo, de manera que la exposición gráfica de los resultados resulte más adecuada.

El sistema de ponderaciones decrecientes mencionado en el punto vi. de la metodología tiene como finalidad permitir al analista del ciclo económico, en función de su experiencia personal o de la utilización de un criterio objetivo, determinar el peso de cada una de las variables en el indicador agregado. En este caso se optó por ordenar las variables de forma decreciente, en función de su máximo coeficiente de correlación cruzada en valor absoluto (k^*) respecto a la serie objetivo.

5.5. Indicador de difusión

Una herramienta complementaria al índice sintético y de gran utilidad a la hora del análisis de los resultados obtenidos a partir del primero, son los indicadores de difusión.

El índice de difusión mide la cantidad de variables integrantes del índice líder que se comportan de forma expansiva en las variaciones mes a mes del total de variables que componen el mismo. Como fuera explicado en el apartado 2.4.2., su utilidad radica en que permite distinguir entre situaciones en que la variación del indicador líder responde al comportamiento de un conjunto amplio de variables o por el contrario, a situaciones en que la variación del mismo responde al comportamiento de un reducido número de las mismas.

Su construcción se realiza mediante la asignación de un valor 1 a aquellas series cuya variación mensual en tendencia-ciclo³⁷ respecto al mes anterior supere el 0,1%; y 0 a aquellas series que presentan una contracción mayor al -0,1%. En el caso de que la tasa de crecimiento se encuentre en el intervalo cerrado [-0,1% ; 0,1%], situación de relativa estabilidad, se le imputa el valor 0,5. Para la obtención del índice se suman los valores asignados a cada una de las variables y se divide por el número total de variables que componen el indicador sintético, transformándolo luego en porcentajes.

³⁷ Al igual que en la metodología para la construcción del indicador sintético, previamente a la extracción del componente tendencia-ciclo (con la metodología Tramo-Seats) se realiza la transformación logarítmica de las series.

Vale señalar, que el criterio de corte elegido (0,1%) para la asignación de los valores en la construcción del índice está en función de la reducida variabilidad observada en las series en tendencia-ciclo.

5.6. Interpretación de señales (quiebres de tendencia)

Como se comentó en el apartado 2.4.3., un aspecto central en la evaluación del desempeño predictivo de los índices líderes es que adelanten satisfactoriamente todos los puntos de giro observados en la serie de referencia, y que al mismo tiempo no ofrezcan falsas señales sobre el devenir de la variable a predecir. Del amplio espectro de metodologías y técnicas desarrolladas en este sentido, en el presente trabajo se decidió la utilización simultánea de tres de ellas, que a su vez representan diferentes dimensiones de una misma regla de decisión multidimensional.

Se interpretará la observación de tres caídas (aumentos) consecutivas en el índice líder, conjuntamente con niveles menores (mayores) al 50% en el índice de difusión, como señal de advenimiento de una recesión (expansión) en la serie objetivo. La experiencia internacional³⁸ muestra que la utilización simultánea de ambos criterios permite reducir de forma significativa la posibilidad de aceptación de señales falsas. La idea conceptual que se encuentra por detrás de esta regla de decisión es la necesidad de complementar la noción de durabilidad de la señal emitida por el índice compuesto (primera dimensión), con una medida de difusión de las variables que lo componen (segunda dimensión).

Una tercera dimensión a valorar es la magnitud observada en las variaciones del indicador líder, lo que usualmente se conoce como “profundidad” de las señales. Nuevamente, la experiencia internacional recabada a lo largo del tiempo a través de la utilización de esta clase de indicadores muestra cómo los cambios en la tendencia de la serie objetivo suelen ser precedidos por variaciones de significativa consideración en los indicadores sintéticos.

³⁸ Para una profundización en el tema se recomienda la lectura del capítulo “Indicator Approach to Business Analysis”, en Conference Board (2001), pp. 13-21.

La implementación simultánea de estas tres dimensiones (durabilidad, difusión y profundidad) es conocida, como se mencionó antes, con el nombre de regla de las “tres D”. Los resultados obtenidos en este trabajo serán evaluados a partir de esta regla de decisión compuesta.

Cuadro 5.1 – Resumen metodológico

- i. Definición de la variable objetivo, para la cual se desea predecir los quiebres de tendencia, y elección del período de análisis.
- ii. Recopilación de un conjunto lo suficientemente amplio y representativo de series que puedan llegar a adelantar la variable objetivo, en base a una revisión bibliográfica sobre la experiencia internacional, antecedentes nacionales en la materia y teniendo en cuenta la intuición económica del analista. A efectos prácticos, es útil ubicarlas en grupos que abarquen la variable de referencia en su totalidad.
- iii. Análisis crítico de las series preseleccionadas. Su relación con la variable objetivo debe responder a cierta intuición económica, teniendo un comportamiento regular y consiste en el tiempo, deben ser de rápida publicación y presentar además propiedades estadísticas adecuadas.
- iv. Cálculo de funciones de correlación cruzada entre la variable objetivo y las series candidatas a conformar el índice líder sintético: serán seleccionadas las series que presenten mayor adelanto y/o nivel de correlación en valor absoluto. Complementariamente, se puede realizar un estudio de las correlaciones en distintos subperíodos muestrales para comprobar que la relación entre las variables elegidas y la variable objetivo se mantiene a lo largo del tiempo. Además, resulta de interés comprobar que la correlación existente entre las variables líderes sea lo más reducida posible.
- v. Construcción de los indicadores líderes sintéticos como combinación de las variables seleccionadas en su componente tendencial, previa elección de ponderadores.
- vi. Análisis de la capacidad de adelanto de los índices contruidos, para cada punto de giro identificado en la variable de referencia. Estudio de señales falsas y elección del o los índices con mejor desempeño en base al criterio de las tres D: duración, profundidad y difusión.

6. Resultados obtenidos

6.1. Construcción de los índices líderes sintéticos³⁹

6.1.1. Primera selección de variables

Del total inicial de casi 80 variables analizadas⁴⁰, solamente 7 aprobaron las condiciones mencionadas en el apartado 5.3., por lo que no fue pertinente aplicar como segundo filtro el método de observación individual de puntos de giro para hacer más rigurosa la selección. Las que cumplieron con estas condiciones fueron:

- índice de volumen físico de la producción industrial argentina (*fiel*);⁴¹
- encuesta de expectativas de los empresarios nacionales sobre la economía (*expec*);⁴²

³⁹ La extracción de componentes no observables y los cálculos de correlaciones cruzadas de las series han sido realizados con el software econométrico Eviews 5.0. Todas las correlaciones cruzadas se han calculado para las series en su componente cíclico; previa desestacionalización con la metodología Tramo-Seats sobre las series en logaritmos y posterior aplicación del filtro Hodrick-Prescott.

⁴⁰ En el anexo II se resumen los coeficientes de correlación cruzada de mayor nivel en valor absoluto (k^*) y período en que se dan, para la totalidad de las variables analizadas.

⁴¹ Además de *fiel*, los índices de producción industrial argentina *oif* y *emi* también habían aprobado los criterios impuestos en el apartado 5.3. Si bien estos últimos evidenciaron al igual que *fiel* un nivel más que aceptable de correlación cruzada con relación al IVF industrial, se optó por seleccionar el índice elaborado por *fiel* basándose en motivos de prestigio y confiabilidad de los datos.

⁴² La variable expectativas de los empresarios industriales sobre la economía (*expec*) se construyó a partir de los datos de la Encuesta Mensual Industrial de la CIU, agregándose los datos de forma similar a la realizada en Lanzilotta (2006), pero introduciendo alguna modificación para alcanzar una mejor adaptación a las necesidades de este trabajo. En dicha encuesta se consulta a aproximadamente 200 empresas sobre si se espera que la situación económica en los siguientes 6 meses sea mejor, peor o permanezca igual. En Lanzilotta (2006) la forma de agregación de las respuestas para un mes determinado es la siguiente: la cantidad respuestas positivas se pondera por +1, las negativas por -1 y las restantes por 0, dividiéndose el resultado obtenido entre el número total de respuestas dadas en cada mes. En el presente trabajo se optó por sumar 1 a cada valor obtenido mediante dicha agregación, con el objetivo de obtener solamente

- solicitudes de seguro de desempleo para Montevideo (*segmdeo*);
- índice de producción industrial alimenticia brasileña (*alimbra*);
- índice de producción industrial de Estados Unidos (*eeuu*);
- precio *spot* de la exportación de ganado en pie (*cattle*);
- índice de tipo de cambio real efectivo regional de Uruguay con Argentina y Brasil (*tcrreg*).⁴³

En el siguiente cuadro se detallan los coeficientes de correlación cruzada contemporáneos y adelantados de cada una de las 7 variables macroeconómicas seleccionadas, con respecto al IVF industrial, para el período 1998.01-2008.12. Como se mencionara en el capítulo previo, los coeficientes máximos de cada función de correlación en valor absoluto son utilizados para dar el orden (decreciente) de prioridad a las variables; orden según el cual se asignará a las series individuales las ponderaciones correspondientes para formar el índice compuesto.

observaciones positivas a lo largo de la serie, y tener la posibilidad de aplicarle una transformación logarítmica en caso de ser necesario. En consecuencia, el indicador de expectativas de los empresarios industriales queda construido a partir del siguiente cálculo:

$$exp_{ec_t} = \frac{\#resp_posit_t * (+1) + \#resp_neg_t * (-1) + \#resp_igual_t * (0)}{\#total\ de\ respuestas\ del\ mes\ t} + 1$$

Siendo:

resp_posit_t = cantidad de respuestas “mejor” en el mes t,

resp_neg_t = cantidad de respuestas “peor” en el mes t,

resp_igual_t = cantidad de respuestas “igual” en el mes t,

total de respuestas del mes t = cantidad de respuestas totales en el mes t.

⁴³ Se define como la relación entre los índices de precios al consumo de Argentina y Brasil con respecto a la economía uruguaya, expresados en una misma moneda. La ponderación de cada país refleja su participación en el comercio de bienes (importaciones más exportaciones) del año anterior, además de los gastos del turismo receptivo y emisor.

Cuadro 6.1 – Coeficientes de correlación cruzada respecto al IVF

Período	fiel	expec	eeuu	tcrrg	cattle	alimbra	segmdeo
0	0.6052	0.5057	0.4067	0.4658	0.3574	-0.2461	-0.5892
1	0.5844	0.5349	0.3863	0.5118	0.3423	-0.3411	-0.601
2	0.5995	0.5508	0.3944	0.5458	0.3693	-0.427	-0.6196
3	0.6149	0.5646	0.4338	0.5522	0.4184	-0.4931	-0.6284
4	0.6248	0.5651	0.4814	0.5602	0.4532	-0.5376	-0.6256
5	0.6259	0.5607	0.5214	0.5545	0.4644	-0.5672	-0.6125
6	0.6146	0.5459	0.5481	0.5198	0.4643	-0.5823	-0.5883
7	0.5876	0.5179	0.5609	0.4566	0.4619	-0.5804	-0.556
8	0.5459	0.4827	0.5618	0.3917	0.4596	-0.5642	-0.5182
9	0.4929	0.4388	0.5525	0.3305	0.4469	-0.5372	-0.4779
10	0.4281	0.3863	0.5332	0.2712	0.4148	-0.5017	-0.4352

Fuente: elaboración propia, en base al programa Eviews 5.0

Por otra parte, también se calcularon las correlaciones cruzadas de las 7 variables contra el IVF para tres subperíodos muestrales iguales de 44 observaciones cada uno, con el objetivo de corroborar la consistencia a lo largo de todo el período de estudio de las funciones de correlación observadas en el cuadro 6.1.⁴⁴ Como era de esperar, por ser calculados para períodos más cortos, la amplia mayoría de los coeficientes de correlación de las submuestras resultaron ser mayores que en el caso de las funciones de correlación calculadas para la muestra completa. Esto con excepción de las correlaciones para la 3ª submuestra, que resultaron ser llamativamente bajas y por lo tanto permiten suponer que la evolución de las variables seleccionadas se aparta un poco del IVF a partir de mayo de 2005. No obstante, los resultados obtenidos no son concluyentes a la hora de desechar la idea de consistencia temporal de las funciones de correlación cruzada a lo largo de todo el período de estudio.

Como muestra el cuadro 6.1, la variable solicitudes de seguro de desempleo en Montevideo presenta solamente tres meses de adelanto con respecto al IVF y es, de ese modo, clasificada como una serie coincidente. Por tal motivo será tenida en cuenta con posterioridad a las variables que presentan cuatro o más meses de adelanto, es decir, que son clasificadas como adelantadas.

En consecuencia, el orden de consideración de las variables para armar las distintas combinaciones líderes se detalla en el cuadro 6.2, conjuntamente con el valor de su máxima

⁴⁴ 1ª submuestra: 1998.01-2001.08; 2ª submuestra: 2001.09-2005.04; 3ª submuestra: 2005.05-2008.12.

correlación (k^*) y período de adelanto en el que se presenta. Más abajo (cuadro 6.3) se establecen las ponderaciones elegidas para la entrada de cada variable en los índices conformados por 4 y 5 variables respectivamente.

Cuadro 6.2 – Orden de prioridad de las variables seleccionadas

Posición	Variable	k^*	Meses adelanto
1ª	fiel	0.6259	5
2ª	alimbra	-0.5823	6
3ª	expec	0.5651	4
4ª	eeuu	0.5618	8
5ª	tcrreg	0.5602	4
6ª	cattle	0.4644	4
7ª	segmdeo	-0.6284	3

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.3 – Ponderaciones de entrada en índices de 4 y 5 variables

Ponderaciones índices compuestos		
Variable	4 variables	5 variables
1ª	40%	30%
2ª	30%	25%
3ª	20%	20%
4ª	10%	15%
5ª		10%
	100%	100%

Fuente: elaboración propia

Habiéndose definido el orden y ponderación de las variables a integrar las combinaciones se confeccionaron dos grupos de índices líderes compuestos, armados con combinaciones lineales de 4 y 5 variables cada uno, y tomando como insumo las 7 variables seleccionadas. Así, se obtuvieron 15 y 20 índices líderes sintéticos de 5 y 4 variables cada uno, respectivamente. La forma de construcción es la detallada en el capítulo anterior.

Comparando gráficamente los 35 índices contruidos contra el IVF industrial se comprobó que las combinaciones que incluyen las variables *alimbra* y/o *segmdeo* presentan un desempeño notoriamente inferior al resto. Se comparó también las distintas funciones de correlación cruzada de los índices con el IVF, encontrando que las combinaciones con al menos una de estas dos

variables presentan un k^* no muy elevado, y además con reducido adelanto. Esto motivó que dichas variables dejaran de ser tenidas en cuenta en el análisis.

Por otra parte, ninguno de los 15 índices compuestos por 5 variables demostró realizar un aporte significativo (en el sentido de presentar un k^* más elevado, o un mayor adelanto respecto a la serie de referencia) por sobre los de 4 variables. Esto motivó que se tomara la decisión de excluirlos del análisis, en el entendido de que agregar una variable adicional a los índices que ya contenían 4 variables no aporta información relevante a los efectos del presente estudio.

6.1.2. Combinaciones resultantes

Así las cosas, habiendo excluido de las 35 combinaciones iniciales las 15 compuestas por 5 variables cada una, así como todas las que incluían alguna de las variables *alimbra* y *segmdeo*, termina resultando de interés solamente el estudio de 5 índices líderes. Cada uno de ellos producto de la combinación de 4 de estas 5 variables: *fiel*, *expec*, *eeuu*, *tcrreg* y *cattle*.

En el cuadro 6.4 se resumen las 5 combinaciones posibles, con la ponderación que lleva cada variable. No obstante, cabe señalar que la participación o incidencia real de cada una de las variables en los indicadores sintéticos no es igual a la ponderación teórica detallada más arriba. La participación real de cada variable en el índice sintético surge del producto de la inversa de su desvío estándar, por su ponderación correspondiente. Más adelante se volverá sobre este tema, que es de importancia para el análisis de los resultados obtenidos.

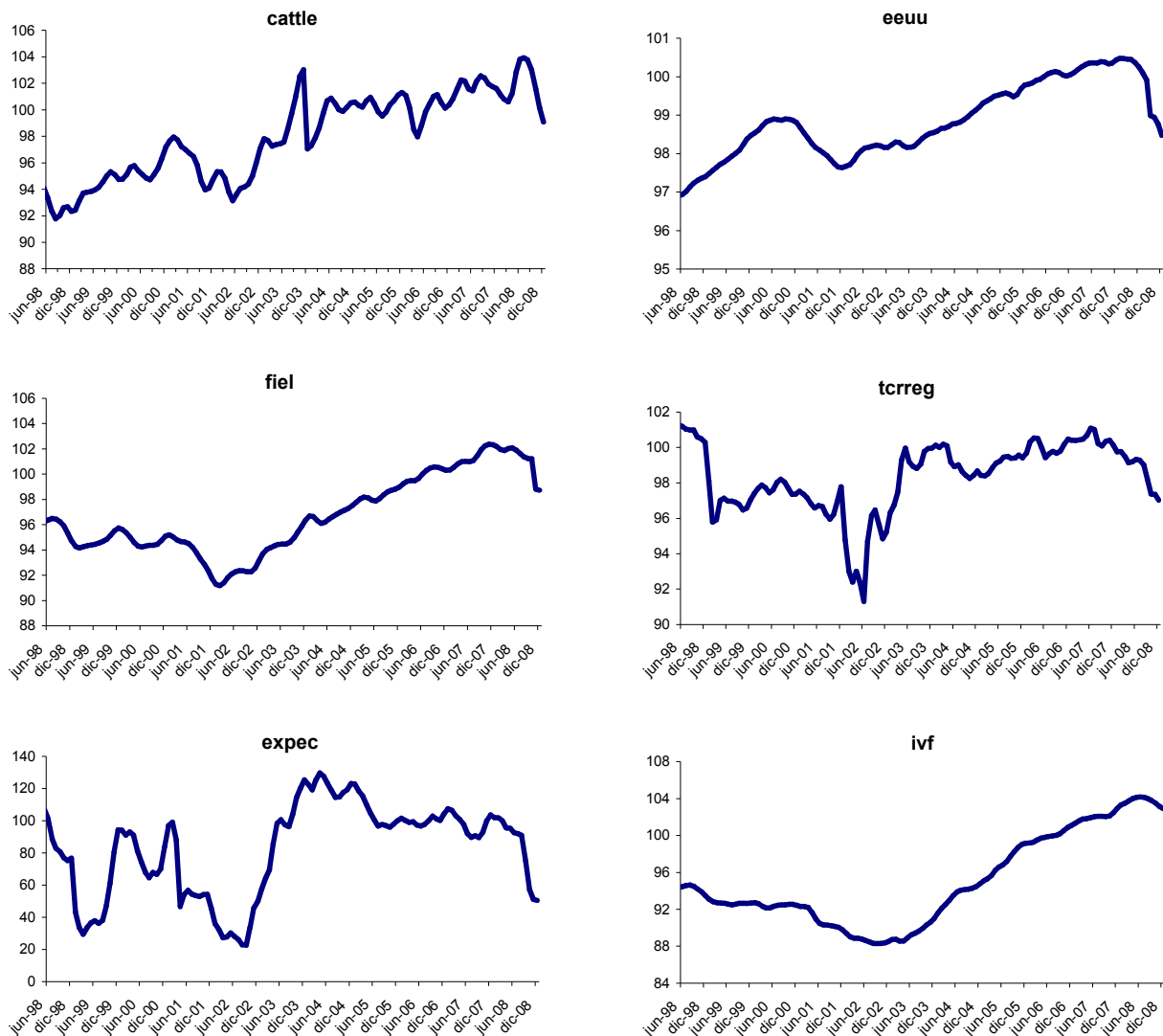
Cuadro 6.4 – Índices sintéticos compuestos por 4 variables

Combinación	Variables componentes			
I	fiel	expec	eeuu	tcrreg
II	fiel	expec	eeuu	cattle
III	fiel	expec	tcrreg	cattle
IV	fiel	eeuu	tcrreg	cattle
V	expec	eeuu	tcrreg	cattle
Ponder.	40%	30%	20%	10%

Fuente: elaboración propia

En la figura 6.1 se grafica de forma individual la evolución de las 5 variables seleccionadas y del IVF, todas en su componente tendencia-ciclo, para el periodo comprendido entre enero de 1998 y diciembre de 2008.

Figura 6.1 – Series seleccionadas e IVF



Fuente: elaboración propia

Observando los gráficos se aprecia un comportamiento muy similar entre *fiel* y el IVF, en lo que refiere a su tendencia de largo plazo. Por otra parte, se observa cómo en mayor o menor medida las cinco variables muestran un valle a mediados de 2002, y una fuerte recuperación posterior. Igualmente, se aprecia cómo las variables presentan una significativa caída a mediados de 2008,

que también es observada en el comportamiento del IVF. La serie *eeuu* tiene, por su parte, un comportamiento similar al del IVF aunque no tanto como *fiel*.

Otra característica saliente de análisis gráfico, es que con excepción de *eeuu*, las demás series presentan una mayor variabilidad que el IVF, dado que presentan un desvío estándar mayor. Esta situación será relevante a la hora de estudiar y explicar el comportamiento de los índices líderes sintéticos confeccionados.

Finalmente, una vez elegidas estas 5 variables se decidió estudiar la correlación cruzada entre las mismas, de manera de asegurarse de no estar introduciendo información repetida en el índice. En el caso de que la correlación encontrada entre dos de estas series fuera alta, se entiende que un único efecto sobre alguna de ellas impactaría un número mayor de veces en el índice, de forma espuria e involuntaria. Si se comprueba que las variables son independientes entre sí (y por lo tanto también es independiente la información que introducen en el índice compuesto) el conjunto de correlaciones halladas mostrará niveles no muy elevados.

En el cuadro 6.5 se puede ver que las mayores correlaciones entre las variables seleccionadas corresponden a las combinaciones entre *expec*, *tcrreg* y *fiel*. Este resultado es en gran medida lógico de esperar, entendiendo que las variables regionales y especialmente las vinculadas a la economía argentina influyen de manera significativa sobre la formación de expectativas del empresariado nacional.

A pesar de que las variables distan de estar incorrelacionadas entre sí, se entiende que las correlaciones halladas se encuentran dentro de un rango de valores aceptable, teniendo en cuenta que las mismas están influenciadas en mayor o menor medida por el ciclo económico internacional. Por lo tanto, el análisis de las correlaciones entre los ciclos de las variables incluidas en los índices líderes evidencia que no existirían problemas de duplicación de información, siendo posible afirmar que todas las variables aportan información específica y relevante.

Cuadro 6.5 – Correlaciones entre variables líderes

Período	fiel/ expec	fiel/ eeuu	fiel/ tcrreg	fiel/ cattle	expec/ eeuu	expec/ tcrreg	expec/ cattle	eeuu/ tcrreg	eeuu/ cattle	tcrreg/ cattle
5	0.3837	0.2851	0.3011	0.3201	0.1440	0.3172	0.2807	0.2378	0.3827	0.3433
4	0.5059	0.3851	0.4399	0.3541	0.2080	0.4237	0.3433	0.2595	0.3940	0.4123
3	0.6149	0.4668	0.5568	0.3897	0.2670	0.5204	0.3946	0.2676	0.4037	0.4415
2	0.6938	0.5242	0.6349	0.4387	0.3131	0.6038	0.4481	0.2591	0.4111	0.4319
1	0.7302	0.5559	0.6587	0.4952	0.3466	0.6713	0.5011	0.2409	0.4045	0.4129
0	0.7198	0.5630	0.6303	0.5401	0.3682	0.7038	0.5371	0.2166	0.3779	0.3929
-1	0.6695	0.5497	0.5756	0.5573	0.3785	0.6881	0.5399	0.2060	0.3204	0.3768
-2	0.5767	0.5361	0.5104	0.5312	0.3677	0.6465	0.4999	0.1890	0.2465	0.3591
-3	0.4587	0.4717	0.4520	0.4587	0.3441	0.5879	0.4321	0.1651	0.1679	0.3376
-4	0.3443	0.4015	0.4044	0.3460	0.3161	0.5172	0.3706	0.1388	0.0885	0.3187
-5	0.2417	0.3321	0.3545	0.2117	0.2916	0.4383	0.3276	0.1086	0.0173	0.2926

Fuente: elaboración propia, en base al programa Eviews 5.0

6.2. Análisis de resultados y comparación de los 5 índices

En primera instancia se realizó un estudio gráfico del comportamiento de los indicadores respecto a la producción industrial. Posteriormente se dio paso a la identificación de los puntos de giro observados en los indicadores y su relación temporal con los correspondientes al IVF. Finalmente, se estudiaron las señales brindadas por los cinco indicadores a lo largo del periodo de estudio.

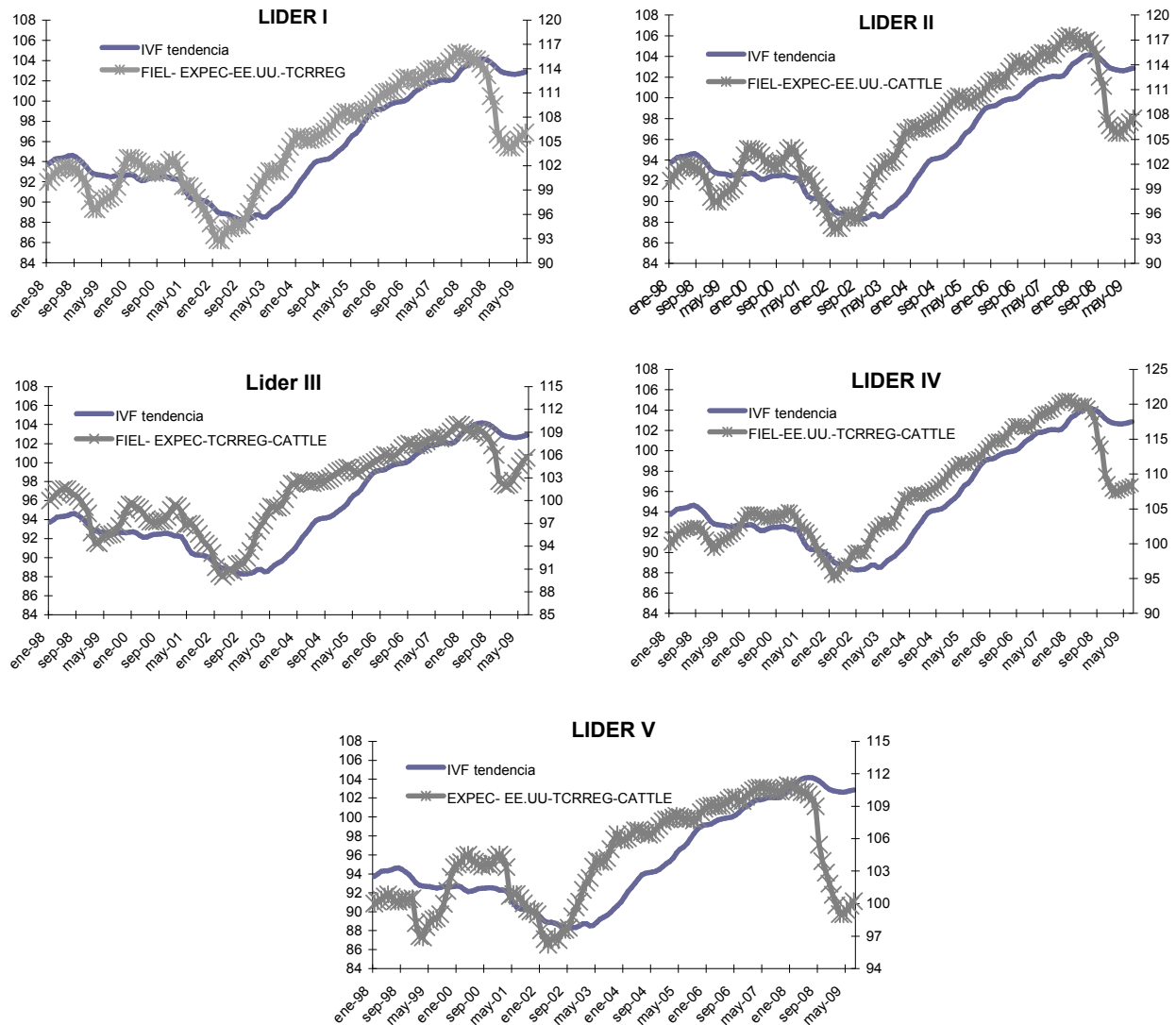
Previo a la exposición de resultados, vale señalar que para el análisis de los puntos de giro fue necesario extender el período de estudio en siete meses. Motivó esto la necesidad anexar nuevas observaciones con la finalidad de poder obtener una mejor identificación de los cambios en la tendencia de la variable objetivo: se observa un punto de giro sobre el final del período de estudio inicial, y otro con posterioridad a diciembre de 2008. Por tal motivo, el período de estudio del IVF pasa a ser de aquí en adelante 1998.01-2009.07, con un total de 139 observaciones.

6.2.1. Análisis gráfico

Como se aprecia en la figura 6.2, todos los índices líderes confeccionados presentan un comportamiento similar al de la producción industrial, siendo deseable que los mismos presenten

una evolución lo más suave posible y con un reducido número de oscilaciones, para que sean de fácil interpretación.

Figura 6.2 – Índices líderes e IVF



Fuente: elaboración propia

De este primer análisis en función del comportamiento gráfico, se puede observar cómo los cinco indicadores líderes parecerían adelantar los distintos quiebres de tendencia en la producción industrial, lo cual será estudiado más profundamente en los siguientes apartados.

No obstante, en algunos de los indicadores contruidos, se observa una excesiva variabilidad en su comportamiento mes a mes, lo cual necesariamente debe ser tenido en cuenta a la hora de seleccionar la o las mejores combinaciones.

6.2.2. Análisis de puntos de giro

Una vez realizado el análisis gráfico preliminar se procedió a la identificación de los puntos de quiebre en la tendencia de la producción industrial y sus homólogos en las combinaciones líderes.

Para la identificación de cada punto de giro se estableció como requisito previo la existencia de una distancia mínima de 15 meses entre dos puntos de giro del mismo tipo (dos picos o dos valles), y al menos una distancia de 6 meses entre dos puntos de giro de distinta naturaleza (pico-valle o valle-pico). El criterio antes comentado se basa en lo establecido por la metodología <F>, explicada en apartado 2.1.2.1.

De este modo en el período que abarca desde enero de 1998 hasta julio de 2009 fue posible la identificación de tres puntos de quiebre en la tendencia de la producción industrial, asociados respectivamente a la recuperación posterior a la crisis económica de 2002, el quiebre en la tendencia ascendente observada hasta mediados de 2008 tras seis años de crecimiento ininterrumpido de la producción, y la reciente recuperación en los niveles de actividad. En el cuadro 6.6 se presentan los puntos de giro correspondientes al IVF y sus análogos de los indicadores líderes compuestos.

Cuadro 6.6 – **Puntos de giro IVF e índices líderes**

Puntos de giro / Variables	Salida crisis de 2002	Lead	Comienzo recesión de 2008	Lead	Salida recesión de 2009	Lead
IVF sin refinería	sep-02		jun-08		abr-09	
Líder I	mar-02	+ 6	dic-07	+ 6	mar-09	+ 1
Líder II	feb-02	+ 7	dic-07	+ 6	mar-09	+ 1
Líder III	mar-02	+ 6	nov-07	+ 7	ene-09	+ 3
Líder IV	feb-02	+ 7	dic-07	+ 6	feb-09	+ 2
Líder V	mar-02	+ 6	dic-07	+ 6	mar-09	+ 1

Fuente: elaboración propia

Del análisis del cuadro precedente se desprende cómo la totalidad de los índices sintéticos contruidos anticipan los tres puntos de giro del IVF. Puede verse como los dos primeros puntos de giro son liderados de forma similar por los cinco indicadores, con entre seis y siete meses de adelanto. Se destaca a su vez la simetría con que los indicadores adelantan dos puntos de giro de distinta naturaleza, como lo son el valle de 2002 y el pico de 2008.

Sin embargo, el último punto de giro observado en el IVF, correspondiente a abril de 2009, es anticipado con un menor adelanto (entre uno y tres meses) que en los dos casos anteriores. Aún así, vale señalar que a pesar de que la recuperación en los niveles de actividad de la industria fue más veloz de lo esperado por los analistas y especialistas del sector, los indicadores contruidos en mayor o en menor medida, consiguen al menos adelantar dicha recuperación.

El mejor desempeño global a la hora de anticipar los tres puntos de giro, desde la óptica de una mayor simetría, es brindado por el líder III y en segundo lugar por el indicador número IV. No obstante, este estudio de puntos de giro realizado no permite llegar a mayores conclusiones respecto a cuál es el mejor de los indicadores contruidos.

6.2.3. Interpretación de señales (quiebres de tendencia)

Una vez confirmado que los índices sintéticos cumplen con uno de los dos requisitos esenciales para lo cual son diseñados (el adelanto de los puntos de quiebre en la tendencia del IVF), queda por constatar el cumplimiento con el segundo gran requisito: los índices no deben brindar señales falsas. Con el cometido de estudiar las posibles señales falsas que puedan llegar a arrojar los líderes contruidos, se empleó la metodología de identificación de puntos de quiebre explicada en el apartado 5.6.

El índice líder I presenta un solo episodio que podría haber dado lugar a conclusiones erróneas sobre la evolución esperada del IVF, correspondiente al período febrero-abril de 2004.

Cuadro 6.7 – Posibles señales falsas – líder I

Fecha	Índice	Variación	Difusión
feb-04	105.53	-0.05%	25%
mar-04	105.30	-0.22%	63%
abr-04	105.18	-0.11%	38%

Fuente: elaboración propia

En ese momento se observan tres caídas consecutivas en el indicador, conjuntamente con niveles inferiores al 50% en el índice de difusión en dos de las tres observaciones. Si bien en este caso no se observan niveles significativamente altos en las variaciones mes a mes del indicador (tercera dimensión del análisis), las señales brindadas hubieran inducido la identificación de un posible cambio en la tendencia de la producción industrial.

Profundizando el análisis a nivel de variables individuales, la variación negativa del índice sintético se produce por un fuerte deterioro en las expectativas de los industriales, así como por el comportamiento de la industria argentina.

Por su parte, el líder II también presenta una única señal falsa, que corresponde al período abril-junio de 2005.

Cuadro 6.8 – Posibles señales falsas – líder II

Fecha	Índice	Variación	Difusión
abr-05	110.12	-0.05%	50%
may-05	109.72	-0.37%	13%
jun-05	109.48	-0.22%	25%

Fuente: elaboración propia

Según el cuadro 6.8, se observan tres caídas del índice líder, con un índice de difusión inferior al 50% en dos de las tres observaciones. En este caso la variación negativa responde principalmente a la evolución de las expectativas de la economía nacional y la industria argentina, y en menor medida al precio internacional del ganado. A pesar del enfoque multidimensional empleado para el análisis de los resultados del indicador, en esta oportunidad la lectura de las señales otorgadas por el líder II hubiera dado lugar a una señal falsa.

Por su parte el indicador líder III hubiera brindado en dos oportunidades un conjunto de señales que inducirían a conclusiones desacertadas, en los mismos momentos que los indicadores I y II, pero con algunas características diferentes.

Cuadro 6.9 – Posibles señales falsas – líder III

Fecha	Índice	Variación	Difusión	Fecha	Índice	Variación	Difusión
feb-04	102.55	-0.10%	38%	abr-05	104.28	-0.07%	63%
mar-04	102.43	-0.12%	75%	may-05	103.92	-0.34%	25%
abr-04	102.36	-0.06%	50%	jun-05	103.68	-0.23%	38%
may-04	102.29	-0.07%	38%				

Fuente: elaboración propia

En el período febrero-mayo de 2004 se observan variaciones mensuales menores y niveles de difusión mayores que en el caso del indicador líder I, pero las variaciones negativas se extienden a lo largo de cuatro meses. Al igual que en el líder I, el desempeño del indicador líder III está altamente correlacionado al deterioro en las expectativas de los industriales y al indicador de la industria argentina.

Los comentarios respecto al período abril-junio de 2005 son muy similares a lo expresado en el análisis realizado para el indicador II, aunque el índice de difusión presenta valores levemente superiores. Aún así, estos son menores al 50% en dos oportunidades.

En ambas situaciones el análisis de los resultados habría inducido de forma errónea a realizar una advertencia respecto a un posible cambio en la tendencia en el IVF. No obstante las señales no son del todo firmes, en el sentido de su profundidad y difusión, especialmente en el caso de la primera señal comentada.

A diferencia de los indicadores estudiados hasta el momento, el índice líder IV no presenta señales falsas. En ningún momento el indicador presenta más de dos caídas (aumentos) consecutivas a lo largo de un período de expansión (recesión), con excepción del momento en que efectivamente se producen los quiebres de tendencia.

Por último, el indicador V presenta los mismos períodos críticos que el indicador III, pero levemente rezagados en el tiempo y con una mayor persistencia temporal.

Cuadro 6.10 – Posibles señales falsas – líder V

Fecha	Índice	Variación	Difusión	Fecha	Índice	Variación	Difusión
may-04	106.74	-0.05%	38%	may-05	108.01	-0.08%	38%
jun-04	106.60	-0.13%	38%	jun-05	107.88	-0.12%	38%
jul-04	106.54	-0.06%	25%	jul-05	107.85	-0.03%	38%
ago-04	106.37	-0.16%	13%	ago-05	107.84	0.00%	75%
				sep-05	107.70	-0.13%	38%

Fuente: elaboración propia

6.3. Selección del indicador

Teniendo en cuenta el análisis realizado en los puntos previos, se concluye que el indicador IV es el que presenta los mejores resultados. De aquí en adelante, el líder IV se denominará Índice Líder para la Producción Industrial (ILPI).

A modo de síntesis se pueden resaltar las siguientes precisiones:

- el ILPI es el indicador que presenta un comportamiento menos volátil, teniendo una adecuada sincronización con el IVF;
- después del indicador III, el ILPI es el que presenta el mejor desempeño en cuanto al fechado de los puntos de giro;
- es el único de los cinco indicadores contruidos que no brinda señales falsas de cambio de tendencia, ni tan siquiera indicios de estas.

En el cuadro 6.11 se presenta la ponderación que lleva cada una de las variables componentes del ILPI, así como la participación real que les corresponde luego de considerar la corrección por el desvío estándar de cada una de ellas. Como se puede apreciar, la variable *eeuu* presenta la mayor incidencia en el indicador (61%). Le siguen, con un aporte significativamente menor, *fiel* (29%), *tcrrreg* (7%) y *cattle* (3%).

Cuadro 6.11 – Participación real – variables componentes del ILPI

Posición	Variable	Ponder.	Desvío estándar	Participación real
1ª	fiel	40%	21%	29%
2ª	eeuu	30%	59%	61%
3ª	tcrrreg	20%	10%	7%
4ª	cattle	10%	9%	3%

Fuente: elaboración propia

Agrupando las variables respecto a la dimensión que representan, se observa que las variables asociadas al contexto internacional (*eeuu* y *cattle*) tienen una incidencia del 64% en la conformación del ILPI, mientras que para las variables vinculadas a la región (*fiel* y *tcrrreg*) la incidencia es de un 36%. El ILPI no incorpora información respecto al contexto nacional.

6.4. Análisis de la industria por bloques industriales

Dado que el ILPI no incorpora variables relacionadas al mercado interno, resultó de interés realizar un análisis adicional para comprobar que no se estuviera dejando de lado información relevante relacionada con el contexto nacional. Para ello, se estudió la correlación del ILPI con las ramas industriales exportadoras por un lado y con las orientadas al mercado interno por otro, clasificación realizada en base a una desagregación de la industria en función del mercado dónde se orienta la producción.

Con tal cometido se partió de la clasificación aplicada por Laens y Osimani (2000), considerándose por un lado la industria exportadora⁴⁵ tal cual la conciben las autoras y, por otra parte, agrupando la industria sustitutiva de importaciones⁴⁶ y de bajo comercio⁴⁷ como representativas del mercado interno.

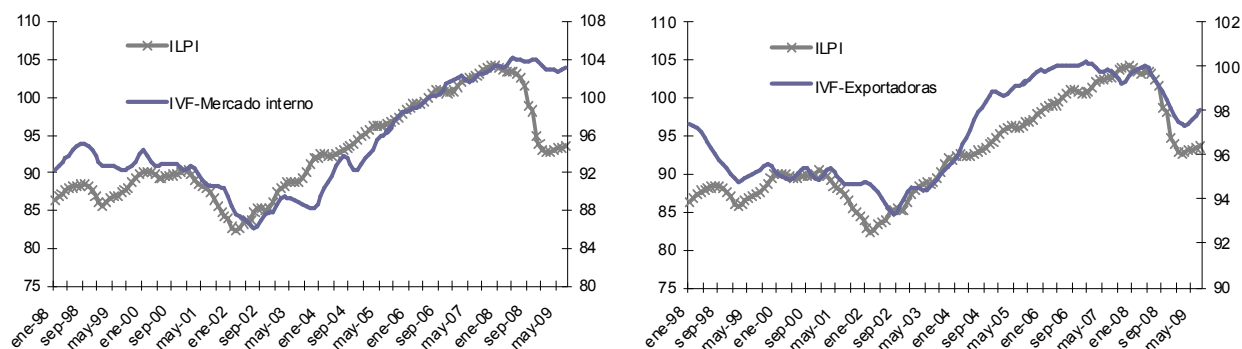
⁴⁵ Curtiembres, marroquinería, preparación de productos lácteos, matanza y preparación de carnes y aves.

⁴⁶ Elaboración de productos farmacéuticos y medicamentos, químicas básicas, productos de plástico, fábrica de automóviles y repuestos.

⁴⁷ Productos panificados, producción de bebidas sin alcohol, cervecerías, productos de encuadernación e impresión, imprentas de libros y revistas.

Asimismo, se indagó sobre la posibilidad de que algunas de las falsas señales brindadas por los demás indicadores construidos hubieran correspondido a cambios particulares de alguno de estos dos grandes bloques, que no se hubieran reflejado en el agregado de la producción.

Figura 6.3 – IVF por bloques industriales: Mercado interno y Exportadoras



Fuente: elaboración propia

Contrariamente a lo esperado (dado que el ILPI está compuesto únicamente por variables externas a la economía nacional) el índice líder seleccionado presenta un comportamiento gráfico más similar al grupo “industria orientada al mercado interno” que al de “industria exportadora”. Dicha apreciación gráfica es corroborada en el siguiente estudio del fechado de los puntos de giro.

Cuadro 6.13 – Capacidad de adelanto por bloques industriales

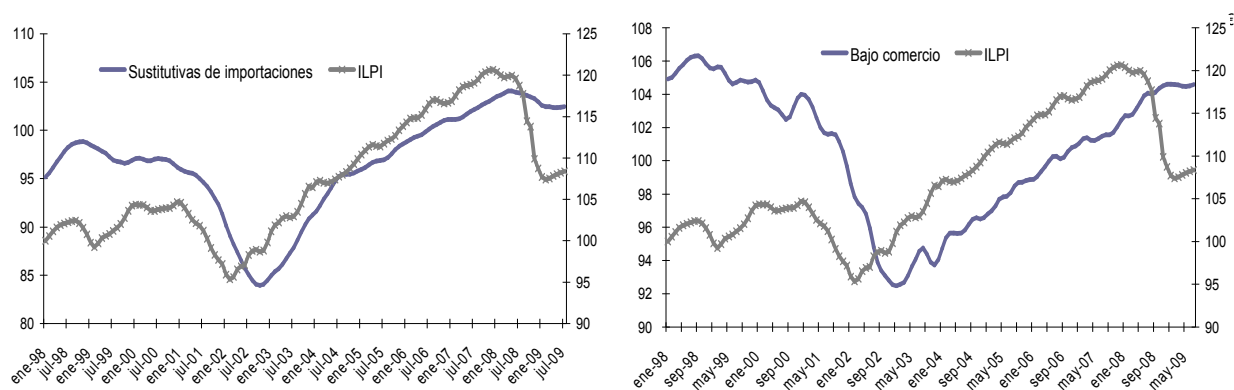
Puntos de giro / Variables	Salida de la crisis de 2002	Lead	Comienzo de la recesión de 2008	Lead	Salida de la recesión de 2009	Lead
ILPI	feb-02		dic-07		feb-09	
IVF Exportadora	ago-02	+ 6	abr-08	+ 4	mar-09	+ 1
IVF Mercado Interno	jul-02	+ 5	may-08	+ 5	jun-09	+ 4

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, puede verse en la figura 6.4 que dicho comportamiento corresponde exclusivamente al relacionamiento entre el ILPI y las industrias sustitutivas de importaciones. En este sentido, se identificaron tres posibles factores que podrían explicar la importante influencia de las variables externas, y principalmente regionales (*fiel* y *tcrrreg*), sobre estas ramas industriales: el importante componente importado en su producción, la fuerte competencia de la producción regional en el

mercado doméstico, así como la importancia de las exportaciones a la región en muchas de estas ramas.

**Figura 6.4 – IVF por bloques industriales: componentes de Mercado interno
(Sustitutivas de importaciones y Bajo comercio)**



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, la fuerte impronta agroindustrial de las ramas agrupadas como exportadoras puede llegar a estar explicando que la producción de ese sector esté determinada en mayor medida por factores de oferta nacional (por ejemplo: disponibilidad de materia prima) que por factores asociados a la demanda internacional.

Finalmente, respecto a la posibilidad de que alguna de las señales falsas brindadas por los demás indicadores construidos hubiera tenido correspondencia con alguno de los grandes bloques estudiados, se encontraron resultados dispares. La breve contracción observada en los líderes I, III y V en el período febrero-abril de 2004 fue corroborada en la industria orientada al mercado interno en el período agosto-noviembre del mismo año. Si bien en el 2004 no se observó un cambio en la tendencia de la producción de la industria orientada al mercado interno, la reducción observada durante varios meses de este año fue adelantada en seis meses por los mencionados indicadores. Contrariamente, la contracción de los indicadores líderes observada entre abril-junio de 2005 no tuvo correlato en la industria exportadora ni en la asociada al mercado interno.

6.5. Capacidad real de adelanto del ILPI

Como se vio en el cuadro 6.6 el ILPI adelanta los puntos de giro del 2002, 2008 y 2009 en 7, 6 y 2 meses respectivamente. En este sentido, es razonable pensar que el ILPI adelanta entre uno y dos trimestres al IVF industrial.

No obstante, teniendo en cuenta la menor capacidad de adelanto que se observó en el último punto de giro, conjuntamente con la reducción en los niveles de correlación y en la capacidad de adelanto entre las variables integrantes del índice individualmente consideradas y el IVF para el período más reciente, se entiende pertinente pensar en una capacidad real de adelanto cercana a los tres meses.

6.6. Análisis de estática comparativa

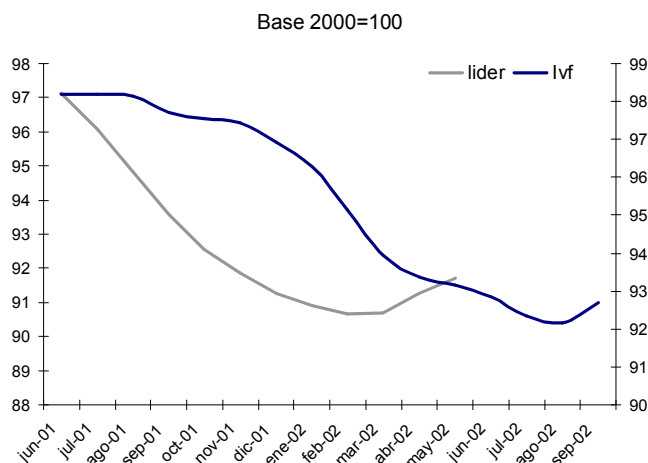
Una vez seleccionado el indicador sintético que presenta el mejor desempeño, es decir, un adecuado adelanto de los puntos de giro sin brindar señales falsas sobre cambios en la tendencia, resultó de interés contrastar el desempeño del ILPI si este hubiera sido construido únicamente con la información disponible en el momento de ocurrencia de cada uno de los puntos de giro observados.

Esta tarea responde al hecho de que las estimaciones de tendencia-ciclo obtenidas son sensibles a cambios en los extremos de la serie⁴⁸, por ejemplo cuando se agregan o quitan observaciones sobre el final de la serie. Por tal motivo se creyó conveniente re-estimar el índice seleccionado incluyendo solamente la información disponible hasta cada uno de los puntos de giro, de manera de corroborar que la variación no fuera tan significativa como para alterar los resultados previamente obtenidos.

⁴⁸ Es una de las limitaciones mencionadas en el Anexo IV. Metodología de filtrado Hodrick-Prescott.

Con tal finalidad se construyó nuevamente el indicador líder mencionado para cada punto de giro, considerando solamente la información necesaria hasta poder identificar un cambio de tendencia, es decir, considerando tres observaciones adicionales al mínimo o máximo observado en cada caso, graficándose conjuntamente con la serie de tendencia del IVF.

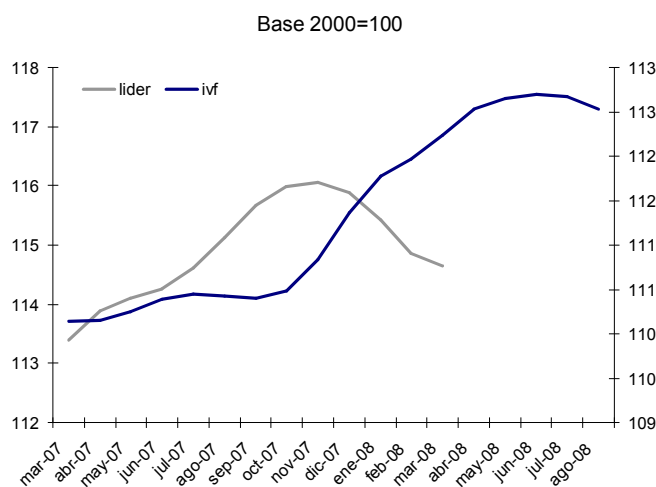
Gráfico 6.1 – Recuperación de la crisis de 2002



Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en el gráfico 6.1, el ILPI efectivamente hubiera adelantado la salida de la recesión de la crisis del 2002. A su vez, hubiera sido necesario esperar cuatro meses más, luego de haber observado tres incrementos consecutivos en el líder, para observar el primer incremento de la producción industrial.

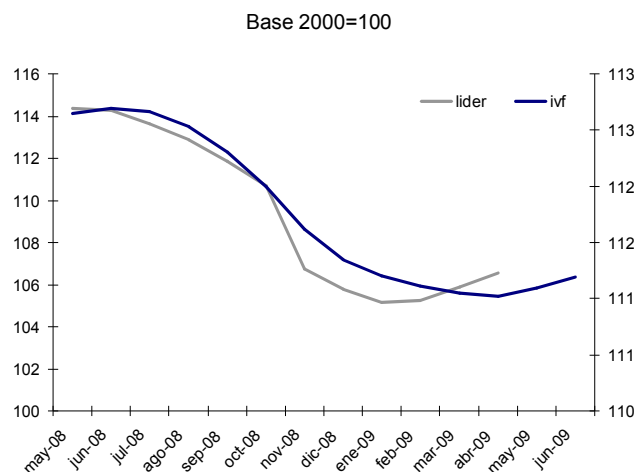
Gráfico 6.2 – Comienzo de la recesión de 2008



Fuente: elaboración propia

Nuevamente, de haberse construido el indicador elegido con la información disponible a febrero de 2008, el mismo también hubiera adelantado el fin del largo proceso de crecimiento de la producción industrial observado durante el período setiembre 2002- junio 2008.

Gráfico 6.3 – Recuperación del nivel de actividad en 2009



Fuente: elaboración propia

Finalmente, en el gráfico 6.3 se observa que el indicador líder también hubiera adelantado la recuperación en el nivel de actividad industrial de mayo de 2009, aunque en este caso con un adelanto menor que en los demás puntos de giro analizados. En esta oportunidad, al momento de observarse el tercer incremento del indicador, el IVF ya habría mostrado su primer crecimiento mensual.

7. Conclusiones

En el presente trabajo se construyó un conjunto de índices líderes sintéticos, habiendo partido inicialmente de un grupo de casi 80 variables macroeconómicas, con el objetivo de poder predecir los cambios en la tendencia de la producción industrial uruguaya entre enero de 1998 y julio de 2009. Mediante el criterio de las tres D (duración, difusión, profundidad) se identificó el de mejor desempeño (ILPI), que resultó compuesto por las siguientes cuatro variables o indicadores líderes: índice de producción industrial de Argentina elaborado por FIEL y tipo de cambio real de Uruguay con Argentina y Brasil (contexto regional); y producción industrial de EEUU y precio *spot* internacional de la exportación de ganado en pie (contexto internacional).

El ILPI adelanta los tres puntos de giro identificados en la variable de referencia con 7, 6 y 2 meses de anticipación respectivamente; sin generar falsas señales de cambio en la tendencia del IVF. Si bien la predicción de los tres puntos de giro observados en el IVF industrial no es tan simétrica como se hubiera deseado, la evidencia indica que la recesión de fines de 2008 y comienzos de 2009 sería de relativamente corta duración y leve profundidad, motivo que ha hecho especialmente difícil su predicción.

Si bien al momento de publicarse el presente documento monográfico ya existe un indicador de mercado que busca predecir la evolución de la misma variable objetivo, se entiende que este estudio presenta un conjunto de puntos a destacar:

- Se realiza una detallada exposición de la metodología empleada para la construcción de los índices sintéticos, así como la respectiva justificación teórica de los pasos seguidos.
- Además de brindar una detallada metodología para su construcción, se explicita un conjunto de técnicas y reglas para la correcta interpretación de las señales emitidas por los indicadores líderes, que no estaban previamente del todo difundidas en el medio.
- El ILPI se constituye en el único de los indicadores líderes de público conocimiento contruidos en nuestro país, que explicita las variables que lo integran.
- La metodología desarrollada podrá ser empleada para otros sectores de actividad como la construcción, las exportaciones, el mercado de trabajo y el crédito otorgado por el sector financiero, entre otros.

No obstante ello, algunos aspectos del indicador construido pueden llamar la atención y merecen breves comentarios.

El primero de ellos, y quizás el de mayor importancia, tiene que ver con el hecho de que el ILPI resume información del contexto regional e internacional, pero no incluye ninguna variable relacionada con el mercado interno. Si bien no puede descartarse una falla metodológica en su construcción, una posible explicación puede radicar en la posibilidad de que el mercado interno efectivamente no sea una dimensión relevante para anticipar el ciclo de la industria, o por lo menos tenga escasa relevancia en relación al contexto regional e internacional.

Una segunda cuestión a considerar es la mayor rugosidad que se observa en el ILPI, al compararlo con el IVF (ver figura 6.2). Una excesiva rugosidad en un índice líder es un problema dado que puede inducir a la extracción de señales falsas, es decir, a la detección de puntos de giro cuando en realidad no existen. Al respecto es pertinente considerar las palabras del Conference Board: “los indicadores líderes no se incrementan o decrecen de forma o con movimientos continuos. Las expansiones son interrumpidas por ocasionales meses de caída, a la vez que las recesiones incluyen meses de crecimiento. En este sentido la profundidad y la difusión de dichas caídas permiten discernir entre caídas o expansiones ocasionales y señales de cambios verdaderos en la tendencia”.⁴⁹ Por este motivo se ha decidido considerar una regla de decisión tridimensional, mediante la cual el ILPI no entrega señales falsas a pesar de su rugosidad.

El tercer aspecto llamativo es que la totalidad de las variables integrantes del ILPI son de carácter procíclico respecto al IVF. En ese sentido, debe tenerse en cuenta las deficiencias que presentaron las combinaciones que incluyen las variables anticíclicas (solicitudes de seguro de desempleo en Montevideo y producción industrial alimenticia de Brasil) tal como fuera explicado al inicio del capítulo 6.

Desde un punto de vista estrictamente metodológico, resulta de interés plantear como línea de investigación para futuros trabajos la posibilidad de combinar las variables seleccionadas en el presente documento, o nuevas variables que no fueron consideradas, mediante la implementación de metodologías alternativas, como por ejemplo los modelos de reducción de dimensiones

⁴⁹ Conference Board (2000), p. 17.

desarrollados por Stock y Watson. De ese modo sería posible contrastar el desempeño predictivo de otras metodologías con los resultados alcanzados en el presente trabajo.

Finalmente, a pesar de haber seleccionado un único indicador como el de mejor desempeño, sería adecuado disponer de un conjunto de indicadores contruidos con diferentes variables para lograr una mejor comprensión y predicción de la coyuntura industrial y por lo tanto económica, de manera de complementar la información brindada por el aquí elaborado. Está probado que una de las principales fallas de los índices líderes sintéticos sucede cuando sus variables componentes no son afectadas por un shock que sí afecta a la variable objetivo al igual que a otras que no fueron consideradas.

Reproduciendo palabras de Victor Zarnowitz and Charlotte Boschán⁵⁰:

“there is no single proven and accepted cause of cyclical fluctuations nor a single invariable chain of symptoms.... Some leading indicators, then, would prove most useful in one set of conditions, others in a different set. To increase the chances of getting true signals and reduce those of getting false ones, it is advisable to rely on all such potentially useful indicators as a group.”

⁵⁰ Business Conditions Digest (1975).

Bibliografía

- Abad, Ana M^a; Cristóbal, Alfredo y Quilis, Enrique (2000). "Fluctuaciones Económicas, Puntos de Giro y Clasificación Cíclica". Instituto Nacional de Estadística, España.
- Abad, Ana M^a y Quilis, Enrique (2003). "Programas de Análisis Cíclico <F>, <G> y <FDESC>. Manual de Usuario". Instituto Nacional de Estadísticas (España).
- Auerbach, Alan (1981). "The Index of Leading Indicators: 'Measurement without Theory', Twenty-five Years Later". NBER.
- Banerjee, Anindya; Marcellino, Massimiliano y Masten, Igor (2003). "Are there any reliable leading indicators for US Inflation and GDP Growth?" IGIER, Università Bocconi, Milano. Working Paper n. 236.
- Bravo, Héctor y Franken, Helmut (2002). "Un indicador líder del IMACEC". Revista de análisis económico, vol. 17, pp. 103-123.
- Boschan, Charlotte y Banerji, Anirvan (1990). "A Re-assessment of Composite Indexes", in Klein, Philip (Ed.), Analysing Modern Business Cycles. Pp. 206-225.
- Burns, Arthur y Mitchell, Wesley (1946). "Measuring Business Cycles." National Bureau of Economic Research (NBER). www.nber.org/books.
- Cámara de Industrias del Uruguay (2009). "Indicador Adelantado de la Producción Industrial". Informe mensual, octubre 2009. Año 1, N° 1. Departamento de Estudios Económicos.
- Cancelo, José Ramón (2005). "Análisis empírico del ciclo económico con un modelo factorial dinámico con cambio de régimen". Estadística Española. Vol. 47, Nro. 159, pp. 253-277.
- Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social (CERES). "Índice Líder de Ceres" (ILC), de publicación mensual. www.ceres.org.uy.

- Clements, Michael y Hendry, David (2002). "An Overview of Economic Forecasting." Capítulo 1 en "A Companion to Economic Forecasting", Clements, Michael y Hendry, David (eds).
- Conference Board, The (2001). "Business Cycle Indicators Handbook".
- CPA Ferrere (2009). "Índice Sintético de Fortaleza del Sistema Financiero: Metodología y Resultados para el Caso Uruguayo". Presentado en las XXIV Jornadas Anuales de Economía del Banco Central del Uruguay.
- Cristóbal, Alfredo y Quilis, Enrique (1998). "Análisis del ciclo económico mediante modelos de indicadores dinámicos. Aplicación a los índices de producción industrial". Instituto Nacional de Estadísticas (España).
- Cuadrado, Elena y Queijo, Virginia (2001). "Utilización de Métodos Cuantitativos para Predecir el PBI Uruguayo". Trabajo Monográfico. Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República.
- Cullity, J. y Banerji, A. (1996). "Procedures for Constructing Composite Indexes: a Re-assessment". Presented at the OECD Meeting on Leading Indicators.
- Diebold, Francis y Rudebusch, Glenn (1996). "Measuring Business Cycles: A modern Perspective". Review of Economics and Statistics.
- Dua, Pami y Banerji, Anirvan (2001). "A leading Index for India's Exports." Centre for Development Economics.
- Espasa, Antoni y Cancelo, José Ramón (1993), eds. "Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica." Alianza Editorial.
- Fernández Poncet, Adrián (1992). "Análisis del Ciclo Económico en el Uruguay". Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República. Monografía.

- Flórez Pizarro, Melania (2000). "El filtro Baxter-King. Metodología y Aplicaciones". Banco Central de Costa Rica.
- García, Beatriz y Peña, Carro (2002). "Propuesta metodológica para el análisis de las relaciones y las convergencias cíclicas". V encuentro de economía aplicada. Oviedo, España.
- Gómez, Víctor y Maravall, Agustín (2001). "Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economix Time Series", en "A Course in Time Series Analysis", D. Peña, G. C. Tiao y R. S. Tsay (eds); Pp. 202-246.
- González Gómez, Diana (2000). "Análisis Espectral: consideraciones teóricas y aplicabilidad". Banco Central de Costa Rica.
- Guha, Debashis; Hiris, Lorene y Visviki, Dimitra (undated). "Forecasting the Quality Spread Using Business Cycle Indicators." EFMA 2001. Lugano Meetings.
- Kamil, Herman y Lorenzo, Fernando (1998). "Caracterización de las Fluctuaciones Cíclicas en la Economía Uruguaya". Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.
- Kikut, Ana y Ocampo, Andrea (2005). "Ajuste estacional de series económicas con Tramo/Seats y Census X 12-ARIMA". Banco Central de Costa Rica. Departamento de Investigaciones Económicas.
- Koopmans, Tjalling (1947). "Measurement Without Theory". Reprinted from The Review of Economic Statistics, Vol. XXIX, No. 3. Cowles Foundation Paper 25a.
- Laens, Silvia y Osimani, Rosa (2000). "Patrones de comercio y desempeño exportador, el caso de Uruguay en los noventa". Documento de Trabajo. CINVE.
- Lanzilotta, Bibiana (2006). "Aporte de los Índices Líderes de Actividad Económica al Análisis de la Coyuntura y la Predicción Macroeconómica en Uruguay". Trabajo presentado para obtener el título de Magíster en Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República.

- Lanzilotta, Bibiana; Llambí, Cecilia y Mordecki, Gabriela (2003). "Influencia Regional sobre la Economía Uruguaya. Un análisis de los últimos veinte años". CSIC, UDELAR.
- Lanzilotta, Bibiana; Lorenzo, Fernando y Sueiro, Ignacio (2003). "Métodos Cuantitativos para el Análisis y Predicción de la Actividad Industrial Uruguaya". CINVE.
- Lorenzo, Fernando; Badagián, Ana Laura (2003). "Procedimientos para la extracción de Señales en Series Macroeconómicas. (Versión Preliminar)". CINVE.
- Lorenzo, Fernando; Kamil, Herman y Daude, C. (1999). "Indicador Mensual de Actividad Económica. Informe Final". Informe de consultoría para el Comité Ejecutivo para la Reforma del Estado (CEPRE).
- Lorenzo, Fernando y Revuelta, J. Manuel (1996). "Tramo y Seats: un marco completo para el análisis univariante y extracción de señales de series temporales". Universidad Carlos III de Madrid. Revista de Economía Aplicada, número 11 (vol. IV), págs. 201 a 214.
- Lucas, Robert, Jr. (1977). "Understanding Business Cycles", en "Studies in Business-Cycle Theory". MIT Press, 1995.
- Masoller, Andrés (2002). "Un Indicador Sintético de Actividad Económica". Área de Investigaciones Económicas, Banco Central del Uruguay.
- Moore, Geoffrey (1958). "Forecasting Industrial Production: A Comment". The Journal of Political Economy. Vol. 66, N° 1, pp. 74-83.
- Ochoa, Enrique y Lladó, Jorge (2003). "Modelos de indicadores líderes de actividad económica para el Perú". Gerencia de Estudios Económicos del BCR.
- OECD (2008). "System of Composite Leading Indicators".
- Quilis, E. (2001). "Some considerations regarding cyclical indicators". Tema a debate. Instituto Nacional de Estadística de España.

Stock, James y Watson, Mark (1990). "New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators".

Torcuato di Tella, Universidad (1999). "Indicador Líder del Nivel de Actividad de la Economía Argentina. Descripción de la Metodología". CIF, Centro de Investigación en Finanzas y Mercado de Capitales.

Vaccara, Beatrice y Zarnowitz, Victor (1978). "Forecasting with the Index of Leading Indicators". Working Paper N° 244. National Bureau of Economic Research.

8. Anexos

Anexo I. Series analizadas. Clasificación y fuente.

	Denominación	Descripción de la variable	Fuente	Unidad
Variables externas				
1	Expor	Exportaciones totales	Urunet	Miles de USD
2	Moa	Exportaciones de manufacturas de origen agropecuario	Urunet	Miles de USD
3	Moimoa	Exportaciones de manufacturas de origen industrial y agropecuario	Urunet	Miles de USD
4	Exporind	Exportaciones industriales totales	Urunet	Miles de USD
5	Ccireuters	Índice de precios de commodities	CRB	Índice base 1967 = 100
6	Ipe	Índice de precios de exportación (trimestres móviles centrados)	CIU	Índice base 2004 = 100
7	Cattle	Precio spot de la exportación de ganado en pie (live cattle).	CRB	Índice base 1967 = 100
8	Petroleo	Precio internacional del petróleo	CRB	USD por barril
9	Eeuu	Producción industrial (EEUU)	FED	Índice base 1986 = 100
10	Tcreeuu	Tipo de cambio real efectivo (de Uruguay con EEUU)	BCU	Índice base 2000 = 100
11	Tcrmult	Tipo de cambio real efectivo multilateral	BCU	Índice base 2000 = 100
12	Fmifood	Índice del precio internacional de alimentos	FMI	Índice base 2005 = 100
13	Fmimat	FMI Mat	OCDE	Índice base 2005 = 100
14	Cllocde	Cycle Leading Indicator OCDE	OCDE	Índice base 2005 = 100
15	Cliusa	Cycle Leading Indicator USA	OCDE	Índice base 2005 = 100
16	Clieuro	Cycle Leading Indicator Europa	OCDE	Índice base 2005 = 100

Contexto Regional

Argentina

17	Emi	Estimador mensual industrial	INDEC	Índice base 2004 = 100
18	Exparg	Exportaciones uruguayas de bienes de capital e intermedios hacia Argentina	Urunet	Miles de USD
19	Imparg	Importaciones argentinas de bienes intermedios	INDEC	Miles de USD
20	Fiel	Índice de producción industrial	FIEL	Índice base 1993 = 100
21	Ojf	Índice de producción industrial	OJF Asociados	Índice base 1998 = 100
22	Tcrarg	Tipo de cambio real efectivo (de Uruguay con Argentina)	BCU	Índice base 2000 = 100

Brasil

23	Impbrabeb	Importaciones de bebidas y tabaco	BCB	Miles de USD
24	Impbradur	Importaciones de bienes de consumo durable	BCB	Miles de USD
25	Impbranodur	Importaciones de bienes de consumo no durable	BCB	Miles de USD
26	Impbrampbint	Importaciones de materias primas y bienes intermedios	BCB	Miles de USD
27	Impalimbra	Importaciones de productos alimenticios	BCB	Miles de USD
28	Impbra	Importaciones totales	BCB	Miles de USD
29	Combra	Índice de comercio minorista	IBGE	Índice base 2000 = 100
30	Alimbra	Industria alimenticia	IBGE	Índice base 2002 = 100
31	Plasbra	Industria de caucho y plástico	IBGE	Índice base 2002 = 100
32	Indgra	Industria general	IBGE	Índice base 2002 = 100
33	Manufbra	Industria manufacturera	IBGE	Índice base 2002 = 100
34	Tcrbra	Tipo de cambio real efectivo (de Uruguay con Brasil)	BCU	Índice base 2000 = 100
35	Clibra	Cycle Leading Indicator Brasil	OCDE	Índice base 2006 = 100
36	Embi	Índice de riesgo país para Brasil	CEI	Porcentaje

Regional

37	Moi	Exportaciones de manufacturas de origen industrial	Urunet	Miles de USD
----	-----	--	--------	--------------

38	Tcrreg	Tipo de cambio real efectivo regional (de Uruguay con Argentina y Brasil) ⁵¹	Elab. Prop. Datos de BCU, IBGE, INE e INDEC	Índice base 2000 = 100
Mercado Interno				
Comercio exterior				
39	Impbk	Importaciones de bienes de capital	BCU	Miles de USD
40	Impbint	Importaciones de bienes intermedios (sin petróleo)	BCU	Miles de USD
41	Impat	Importaciones en admisión temporaria	Urunet	Miles de USD
Energía				
42	Utegc	Cantidad de clientes de UTE (grandes consumidores)	DNETN	Cantidad de clientes
43	Uteind	Cantidad de clientes de UTE (sector industrial)	DNETN	Cantidad de clientes
44	Cemento	Consumo de cemento gris	BCU	Ton. métricas
45	Fueloil	Consumo de fuel oil (incl. calefacción y pesado)	DNETN	Miles de m3
46	Gasolite	Consumo de gas oil (con UTE)	DNETN	Miles de m3
47	Gasoil	Consumo de gas oil (sin UTE)	DNETN	Miles de m3
48	Uteconsgc	Consumo de UTE (grandes consumidores)	DNETN	MWh
49	Uteconsind	Consumo de UTE (industrial)	DNETN	MWh
50	Energia	Consumo Industrial de Energía	DNETN	MWh
Expectativas⁵²				
51	Expec	Expectativas de empresarios industriales sobre la economía	Elab. propia - CIU	Ratio
52	Expexp	Expectativas de empresarios industriales sobre las exportaciones	Elab. propia - CIU	Ratio
53	Expmint	Expectativas de empresarios industriales sobre las ventas al mercado interno	Elab. propia - CIU	Ratio
54	Expemp	Expectativas de empresarios industriales sobre su empresa	Elab. propia - CIU	Ratio
Financiero				
55	FinanUSD	Monto de nuevas operaciones crediticias al sector industrial (dólares)	BCU	Miles de USD
56	Finanpes	Monto de nuevas operaciones crediticias al sector industrial (pesos)	BCU	Miles de pesos
57	CredUSD	Nuevas operaciones crediticias al sector industrial (dólares)	BCU	Miles de operaciones
58	Credpes	Nuevas operaciones crediticias al sector industrial (pesos)	BCU	Miles de operaciones
59	IntUSD	Tasa de interés activa a la industria (dólares)	BCU	Porcentaje

⁵¹ La forma de construcción de la variable *tcrreg* ha sido descripta en el apartado 6.1.1.

⁵² La forma de construcción de las variables *expexp*, *expmint* y *expemp* es análoga a la detallada previamente en el apartado 6.1.1. para la variable *expec*.

60	Intpes	Tasa de interés activa a la industria (pesos)	BCU	Porcentaje
Industria				
61	Ivf	Índice de Volumen Físico de producción industrial uruguaya	INE	Índice base 2006 = 100
62	Leche	Entrada de leche a planta	CONAPROLE	Miles de litros
63	Faena	Faena de vacunos	INAC	Cabezas (miles)
64	Ippn	Índice de precios de la producción nacional (IPPN)	INE	Índice base 2001 = 100
65	Ippnind_ipc	Margen de ganancia (IPPN industriales/IPC)	Elab. propia - INE	Ratio
66	ippn_ipc	Margen de ganancia (IPPN/IPC)	Elab. propia - INE	Ratio
67	ippn_ippnind	Margen de ganancia (IPPN/IPPN industriales)	Elab. propia - INE	Ratio
68	ivf_ipo	Productividad (IVF/IPO)	Elab. propia - INE	Ratio
69	Vtasmaq	Ventas de maquinaria y equipos	CIU	Índice base 2004 = 100
70	Vtasindus	Ventas industriales	CIU	Índice base 2004 = 100
71	Vtasmint	Ventas totales al mercado interno	CIU	Índice base 2004 = 100
Mercado de trabajo				
72	Iht	Índice de horas trabajadas (IHT)	INE	Índice base 2006 = 100
73	Ipo	Índice de personal ocupado (IPO)	INE	Índice base 2006 = 100
74	Imsr	Índice medio de salario real	INE	Índice base jul/2008 = 100
75	iht_ipo	Intensidad laboral (IHT/IPO)	Elab. propia - INE	Ratio
76	Segmdeo	Solicitudes de seguro de desempleo (Montevideo)	BPS	Número de solicitudes
77	Seguy	Solicitudes de seguro de desempleo (Uruguay)	BPS	Número de solicitudes

Anexo II. Correlaciones de las variables analizadas respecto al IVF industrial

	Variable	k^*	Meses adelanto	Período
Variables externas				
1	Expor	0.5165	-1	2002.01-2008.12
2	Moa	0.4878	-1	2002.01-2008.12
3	Moimoa	0.4842	-1	2002.01-2008.12
4	Exporind	0.5794	0	1999.01-2008.12
5	Ccireuters	0.3044	1	1998.01-2008.12
6	Ipe	0.5089	0	2000.01-2008.12
7	Cattle	0.4644	5	1998.01-2008.12
8	Petroleo	0.3511	8	1998.01-2008.12
9	Eeeu	0.5618	8	1998.01-2008.12
10	Tcreeuu	-0.6576	-2	2000.01-2008.12
11	Tcrmilt	-0.5957	-8	2000.01-2008.12
12	Fmifood	0.0947	5	1998.01-2008.12
13	Fmimat	0.2454	7	1998.01-2008.12
14	Cliocde	0.4098	11	1998.01-2008.12
15	Cliusu	0.3495	13	1998.01-2008.12
16	Clieuro	0.3537	10	1998.01-2008.12
Contexto Regional				
Argentina				
17	Emi	0.6200	5	1998.01-2008.12
18	Exparg	0.6681	0	2000.01-2008.12
19	Imparg	0.7339	3	2000.01-2008.12
20	Fiel	0.6259	5	1998.01-2008.12
21	Ojf	0.6080	5	1998.01-2008.12
22	Tcrarg	0.5273	4	1998.01-2008.12
Brasil				
23	Impbrabeb	0.3965	-3	1998.01-2008.12
24	Impbradur	0.5303	-1	1998.01-2008.12
25	Impbranodur	0.4900	-3	1998.01-2008.12
26	Impbrampbint	0.6593	1	1998.01-2008.12
27	Impalimbra	0.3448	-1	1998.01-2008.12
28	Impbra	0.6643	0	1998.01-2008.12
29	Combra	0.5605	-8	2000.01-2008.12
30	Alimbra	-0.5823	6	1998.01-2008.12
31	Plasbra	0.3432	0	1998.01-2008.12
32	Indgra	0.3613	0	1998.01-2008.12
33	Manufbra	0.4314	0	1998.01-2008.12
34	Tcrbra	0.1865	12	1998.01-2008.12
35	Clibra	0.4239	0	1998.01-2008.12
36	Embi	-0.4658	0	1998.01-2008.12
Regional				
37	Moi	0.3639	-1	2002.01-2008.12
38	Tcrreg	0.5602	4	1998.01-2008.12

Mercado Interno				
Comercio exterior				
39	Impbk	0.7031	-2	1998.01-2008.12
40	Impbint	0.7237	-1	1998.01-2008.12
41	Impat	0.3375	3	1998.01-2008.12
Energía				
42	Utegc	0.1729	0	2000.01-2008.12
43	Uteind	0.3521	0	2000.01-2008.12
44	Cemento	0.7542	-2	2000.01-2008.12
45	Fueloil	-0.2612	3	1998.01-2008.12
46	Gasolite	0.1714	-7	1998.01-2008.12
47	Gasoil	0.6997	0	2000.01-2008.12
48	Uteconsgc	0.8253	-1	1998.01-2008.12
49	Uteconsind	0.7852	0	1998.01-2008.12
50	Energia	0.7765	-1	2000.01-2008.12
Expectativas				
51	Expec	0.5651	4	1998.01-2008.12
52	Expexp	0.4851	7	1998.10-2008.12
53	Expmint	0.5231	2	1998.10-2008.12
54	Expemp	0.4907	2	1998.10-2008.12
Financiero				
55	FinanUSD	0.3831	-6	1998.01-2008.12
56	Finanpes	0.5286	1	1998.01-2008.12
57	CredUSD	0.7808	-6	1998.01-2008.12
58	Credpes	0.7314	-3	1998.01-2008.12
59	Intuid	-0.3882	-1	1998.01-2008.12
60	Intpes	-0.7613	1	1998.01-2008.12
Industria				
61	Ivf	1	0	1998.01-2008.12
62	Leche	0.6878	0	1998.01-2008.12
63	Faena	0.4474	14	1998.01-2008.12
64	Ippn	-0.5450	-7	2001.09-2008.12
65	ippnind_ipc	0.3738	12	1993.01-2008.12
66	ippn_ipc	0.2305	12	1993.01-2008.12
67	ippn_ippnind	0.1546	6	1993.01-2008.12
68	ivf_ipo	0.4015	0	2000.01-2008.12
69	Vtasmaq	0.7416	-1	1999.01-2008.12
70	Vtasindus	0.7236	0	1999.01-2008.12
71	Vtasmint	0.6066	-1	1999.01-2008.12
Mercado de trabajo				
72	Iht	0.6637	-1	2002.01-2008.12
73	Ipo	0.5731	-2	2002.01-2008.12
74	Imsr	0.7744	-8	1998.01-2008.12
75	iht_ipo	0.2650	-3	2002.01-2008.12
76	Segmdeo	-0.6284	3	1998.01-2008.12
77	Seguy	-0.5129	3	1993.01-2008.12

Anexo III. Metodología TRAMO-SEATS

Los programas TRAMO (*Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers*) y SEATS (*Signal Extraction in ARIMA Time Series*) constituyen dos herramientas independientes, pero al mismo tiempo complementarias, para poder aplicar un análisis univariante y realizar extracción de señales sobre series de tiempo. En conjunto, TRAMO-SEATS realiza la estimación ARIMA y la descomposición en componentes aditivos o multiplicativos; por lo que TRAMO hace la estimación, mientras que SEATS se ocupa de la descomposición.

En 1986 Agustín Maravall y Víctor Gómez iniciaron el desarrollo de una metodología alternativa a los métodos empiricistas de desestacionalización. El resultado es la aparición de las primeras versiones de SEATS, un programa de desestacionalización enmarcado en los llamados métodos de desestacionalización basados en modelos.

Como esta metodología planteó a su vez la necesidad de una modelización univariante previa de las series objeto de estudio, se hizo deseable desarrollar también una sistematización de este proceso, especialmente en el caso de que se pretenda realizar un tratamiento masivo de series. Así surgió la motivación de los autores de desarrollar también el programa TRAMO, un entorno de modelización de series temporales, con especial énfasis en la automatización del proceso.

i. TRAMO

TRAMO es un programa para estimar y pronosticar modelos de regresión. Entre sus principales prestaciones se encuentra el diagnóstico sobre la posible idoneidad de una transformación logarítmica previa, la estimación de los parámetros del modelo, el tratamiento de observaciones atípicas (reconoce atípicos de tipo innovativo, aditivo, cambio de nivel y cambio transitorio de nivel), predicción dentro o fuera de la muestra, estimación de observaciones ausentes, e inclusión de otras variables de regresión (efecto Pascuas o días laborables en el mes).

La identificación automática de modelos que realiza este programa se inicia con una transformación estacionaria de la serie, definiendo los órdenes de diferenciación estacionaria y estacional necesarios para obtener una serie estacionaria. Luego se define la estructura

estacionaria que tendrá la serie, ajustando los parámetros que representan el orden de las partes autorregresivas y de medias móviles, regulares y estacionales, mediante el criterio BIC⁵³, incorporando además si se desea cualquiera de las prestaciones comentadas en el apartado previo (tratamiento de atípicos, estimaciones de observaciones ausentes, efecto Pascuas, etc.)

ii. SEATS

De forma sintética, se pueden distinguir dos formas de descomponer una serie temporal en sus componentes no observables (tendencia, ciclo, componente estacional y residual): los métodos empiricistas (X-12 ARIMA, filtro de Hodrick-Prescott, entre otros) o basados en modelos.

Los métodos basados en modelos, entre los cuales se incluye el SEATS, plantean explícitamente un modelo para los distintos componentes de la serie a partir de los cuales se implementa la extracción de señales. Estos procedimientos tienen en cuenta en su forma de operar las características particulares de cada serie temporal, y definen la estructura de los filtros a partir de un modelo univariante específico estimado para cada serie objeto de estudio.

Para afrontar el problema que se genera respecto a la identificabilidad de los componentes inobservables, el SEATS recurre a la llamada descomposición canónica, imponiendo la restricción de que el componente irregular absorba el máximo de variabilidad (sea de máxima varianza), de forma tal que el resto de los componentes sea lo más estable posible.

La forma de actuar de SEATS requiere los siguientes pasos:

- Ajuste previo de un modelo para la serie observada (se recomienda utilizar el modelo automático ajustado por TRAMO).

⁵³ *Bayesian Information Criterion*. $BIC = \ln(SCR/n) + [\ln(n) + (1+p+q+P+Q)/n]$, con:

n = número de observaciones

p = orden de la parte autorregresiva regular

P = orden de la parte autorregresiva estacional

q = orden de la parte de medias móviles regular

Q = orden de la parte de medias móviles estacional

1: solamente si el modelo incluye constante.

- Descomposición de la parte ARIMA en modelos ortogonales para cada uno de los componentes.
- Asignación de las variables determinísticas a los componentes en función de la naturaleza de los efectos modelizados.
- Estimación de los distintos componentes, basada en la metodología de extracción de señales.
- Diagnósis de los resultados obtenidos y cálculo de variables de interés relacionadas.

Concluyendo, la metodología TRAMO es una herramienta de gran potencial y utilidad, en tanto representa una rutina de modelización automática, sirviendo de punto de partida para ajustar una serie. Por otra parte, en interconexión con el programa SEATS, ofrece una automatización completa del proceso de modelización y extracción de señales de una serie temporal. Es en su funcionamiento conjunto donde la potencialidad de los dos programas se revela más claramente.

Anexo IV. Metodología de filtrado Hodrick-Prescott

La metodología desarrollada por Hodrick y Prescott pertenece al grupo de métodos empiricistas de extracción de señales, que se caracterizan por hacer una descomposición basada en unos filtros cuya estructura y parámetros no dependen de la naturaleza de los datos sino que tienen valores prefijados.

Partiendo del supuesto de que la serie está compuesta por un componente tendencial más un componente cíclico:

$$y_t = y_t^g + y_t^c,$$

Hodrick y Prescott encuentran la tendencia de la serie, minimizando la siguiente expresión:

$$\underset{\{y_t^g\}_{t=1}^T}{Min} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t^c)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(y_t^g - y_{t-1}^g) - (y_{t-1}^g - y_{t-2}^g)]^2 \right\}$$

El primer término da una idea del grado de ajuste de las series, por cuanto mide la suma de las desviaciones al cuadrado de la serie original respecto de la tendencia. El segundo componente posee un parámetro positivo, λ , que multiplica al crecimiento de la variación del componente tendencial. Entre más pequeño sea λ , la tendencia será menos suave: si el parámetro es cero, la tendencia será igual a la serie original y por ende, el componente cíclico será cero. Por el contrario, si λ tiende a infinito, la tendencia se compara con la línea recta de los mínimos cuadrados ordinarios y por ello, la ciclicidad de la serie es máxima.

Resolviendo el problema de minimización y reacomodando la condición de primer orden, el componente cíclico de la función tiene la siguiente forma:

$$C(B) = \frac{\lambda [1-B]^2 [1-B^{-1}]^2}{1 + \lambda [1-B]^2 [1-B^{-1}]^2}$$

siendo B el operador de rezagos. Utilizando la transformación de Fourier, es posible escribir el ciclo de la siguiente forma:

$$\tilde{C}(w) = \frac{4\lambda[1 - \cos(w)]^2}{1 + 4\lambda[1 - \cos(w)]^2}$$

Baxter y King⁵⁴ demuestran que el componente tendencial puede ser representado en términos de sus promedios móviles centrados, cuyas ponderaciones son de orden infinito. Esto implica que el filtro Hodrick-Prescott teórico posee una serie de características ideales según estos autores:

- Al ser un filtro simétrico no genera desplazamiento sobre el eje temporal de las series, por lo que no se producen movimientos de los ciclos hacia la derecha o a la izquierda del ciclo original.
- Produce series estacionarias, cuando estas están integradas hasta el orden cuarto.
- Por construcción el filtro no perderá ningún dato al inicio o al final de la serie.
- La metodología es operacional.

No obstante, según estos mismos autores este filtro presenta algunas debilidades que deben tenerse en cuenta previo a su implementación:

- La serie depende del tiempo, por lo cual el filtro deja de ser independiente del largo de la serie.
- Las propiedades de la serie filtrada en sus extremos son significativamente distintas a las ideales, no así en los valores intermedios de la misma.
- En algunas ocasiones la aplicación mecánica del filtro puede llegar a alterar las propiedades inherentes a las series, como su volatilidad y comovimiento respecto a otras series.

⁵⁴ Baxter, M. and King, R. (1995) "Measuring Business Cycles Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series". NBER Working Paper Series. WP No. 5022. Cambridge, Massachusetts.