

# **Estimando un indicador compuesto para anticipar el ciclo de la actividad económica en Bolivia**

Andrés Gutierrez, Alejandro Galoppo

Resumen

En este estudio se propone una metodología para el cálculo de un indicador Líder de la actividad económica de Bolivia, para este propósito inicialmente se revisa las metodologías empleadas en el cálculo del indicador Líder en los países de la región y evalúa la pertinencia de las mismas para el caso boliviano, junto con su robustez y capacidad predictiva. Este análisis se inicia con muchas series candidatas a indicadores líderes, divididas en cinco grupos: (1) desempeño económico por el lado de la demanda y oferta, (2) comercio exterior, (3) mercados financieros, (4) precios y salarios, y (5) encuestas de expectativas. En cada grupo se identifican los indicadores con las mejores cualidades estadísticas y teóricas, definidas como aquellas que alcanzan la correlación máxima con un indicador de referencia para un horizonte de tiempo comprendido entre cero y doce meses de anticipación. Posteriormente, se buscará a través de los diversos indicadores seleccionados construir un indicador sintético que permita anticipar el comportamiento económico de corto plazo del indicador de referencia.

**Clasificación JEL:** E01, E27, C13.

**Palabras clave:** Indicador Líder, actividad económica, predicción.

## **Introducción**

Dado el contexto económico nacional e internacional, el cual puede verse afectado por choques externos e internos, recesiones, inestabilidad política o crisis de cualquier índole, los agentes económicos exigen información referida a periodos de tiempo cada vez más inmediatos e incluso anticipados para la toma de decisiones.

De este modo, es pertinente contar con herramientas las cuales permitan prever la evolución futura de la actividad económica y, además, logren advertir cambios relevantes en la coyuntura económica actual. La finalidad de dichas herramientas es la de crear sistemas de alerta temprana las cuales anticipen cambios en variables económicas y sirvan como insumos en la generación de proyecciones de corto plazo y análisis económico.

Una de las herramientas la cual puede cumplir los objetivos mencionados, es el Indicador Líder Compuesto el cual está diseñado para proveer señales anticipadas de los puntos de giro entre las expansiones y recesiones que se presentan en la actividad económica. En este sentido, el objetivo del siguiente estudio es el de proponer una metodología para el cálculo de un Indicador Líder de la actividad económica de Bolivia identificando indicadores los cuales posean las mejores cualidades estadísticas y teóricas respecto al ciclo de un indicador de referencia para un horizonte de tiempo anticipado menor a doce meses.

El presente documento está dividido en siete secciones. La primera sección hace una revisión de la literatura donde se presenta estudios similares que fueron desarrollados en países de la región. La segunda sección presenta el marco teórico del documento donde se hace referencia a los ciclos económicos, revisión de las diversas metodologías para el cálculo de indicadores líderes compuestos y se presenta la metodología utilizada para el cálculo del indicador. Posteriormente, la tercera sección realiza la descripción de los datos empleados en el documento. La cuarta sección analiza el ciclo de referencia de la actividad económica boliviana. Subsiguientemente, la quinta sección presenta las variables que tienen las propiedades de indicadores líderes. La sexta parte presenta el indicador líder compuesto. Por último, la séptima parte presenta las conclusiones y recomendaciones del documento.

## **I. Revisión de Literatura**

Como explica Marcillo (2013) la construcción de indicadores líderes empiezan con el trabajo de Burns y Mitchell (1946), el cual consiste en identificar series de tiempo que posean un comportamiento similar respecto a un ciclo de referencia identificando puntos de giro contemporáneos para las series coincidentes y adelantados para las series líderes, posteriormente las series seleccionadas como líderes o coincidentes son estandarizadas y promediadas para obtener un indicador del comportamiento de la economía actual y adelantado. Del trabajo de Burns y Mitchell se desprende el trabajo clásico del National Bureau Economic Research (NBER), que consiste en una metodología heurística basada en estadísticas descriptivas y detección de puntos de giro. El principal punto de análisis es estudiar el comportamiento de un gran número de series con respecto a una serie de referencia y construir índices compuestos agregando las series que tienen similar comportamiento a la serie de referencia, por lo general la serie de referencia es el PIB y en otros casos el producto de un determinado sector económico. Con base en el análisis de las estadísticas descriptivas y los puntos de cambio, las series son clasificadas como líderes, coincidentes y rezagadas, posteriormente las series que pertenecen a cada categoría se agregan en un índice compuesto.

Para países de la región latinoamericana, se pueden mencionar trabajos como el de Pedersen (2009), elaboró un indicador compuesto adelantado al ciclo del Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC). El indicador usa variables relacionadas a los sectores de demanda interna, comercio exterior y mercados financieros y adelanta al ciclo del IMACEC en dos meses promedio con una correlación del 67%.

Fossati y Moreda (2009) elaboraron un Indicador Líder para la Producción Industrial de Uruguay, compuesto por dos variables asociadas al contexto internacional (índice de producción industrial de Estados Unidos y precio spot internacional de 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 adelanta, en promedio, en un trimestre los puntos de giro del ciclo del Índice de Volumen Físico de la producción industrial uruguaya con una correlación del 63%.

Marcillo (2013) quien estimó el ciclo del PIB de Colombia e identificó puntos de giro comparándolo con ciclos de distintas series económicas. El estudio elaboró un indicador líder el cual estuvo

compuesto por 14 variables del sector real y monetario. El adelanto respecto a la variable de referencia es de 9 meses con una correlación del 68%.

Por último, Erraez (2014) elaboró un Indicador Líder para el PIB de Ecuador con un adelanto de seis meses y una correlación de 88% con relación al ciclo de la variable de referencia. El indicador está compuesto por cinco variables: Importaciones de Materias Primas Industriales, Importaciones de Bienes de Consumo Duradero, Depósitos a la Vista, Producción de Petróleo e Índice de Precios de Alimentos y Bebidas.

## **II. Definición teórica y metodológica**

La definición formal de ciclos económicos se los debe a los destacados economistas estadounidenses Arthur Burns y Wesley Mitchell, que gracias a su trabajo *Measuring Business Cycles* publicado en 1946 por el NBER se da los lineamientos principales para los estudios posteriores sobre ciclos económicos.

Por tanto, un ciclo económico consiste de expansiones que ocurren en aproximadamente el mismo tiempo seguido por recesiones generales de manera similar, contracciones, y recuperaciones que se funden en la fase de expansión del ciclo siguiente.

Caracterizando el ciclo económico, el punto más bajo de la contracción se la denomina valle y el punto más alto de la expansión se denomina pico. Estos puntos por lo general se utilizan para identificar el ciclo económico. Asimismo, los picos de un ciclo económico marcan el fin del periodo de expansión y el inicio del periodo de desaceleración, asimismo, los valles marcan el fin del periodo de contracción y el comienzo de un periodo de recuperación.

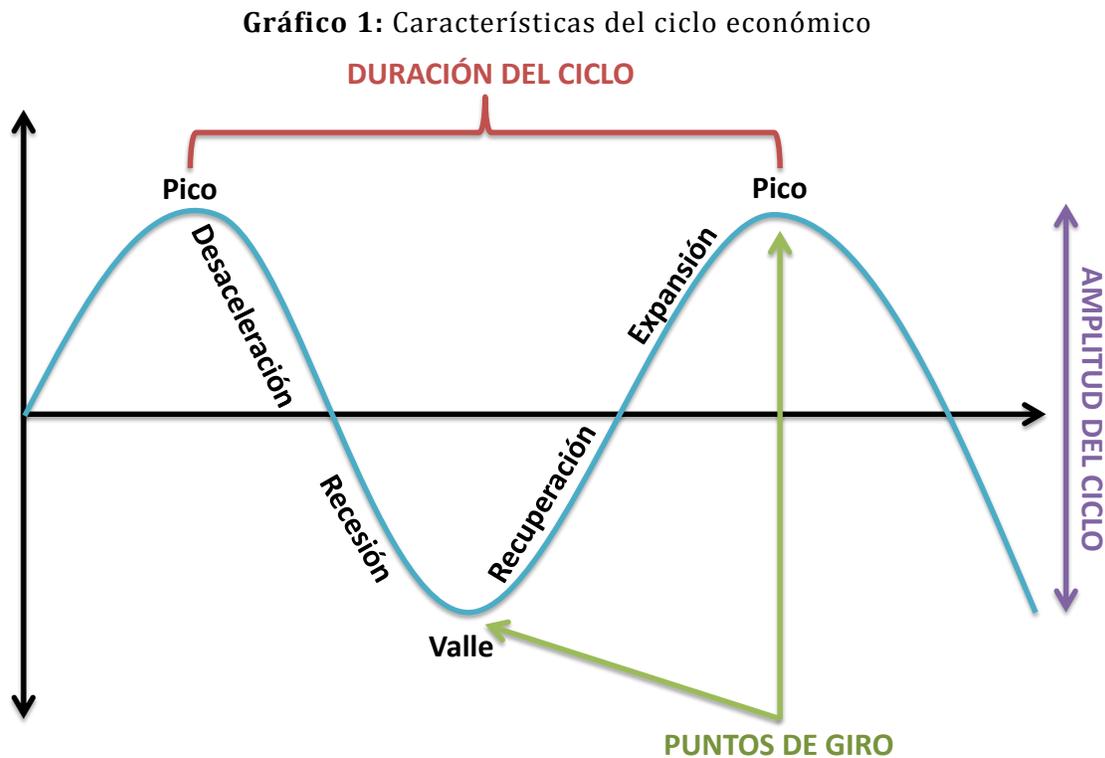
Las expansiones económicas por lo regular tienden a ser más largas que las contracciones, por esta razón la tendencia de crecimiento tiende a ser creciente en el tiempo y, esta es la principal preocupación de los hacedores de política económica.

Por otro lado, para la corriente del keynesianismo, los ciclos económicos son inevitables pues son el resultado del cambio cíclico en la eficiencia marginal del capital, pero mediante ciertas medidas, como el incremento del gasto público, se puede suavizar y aminorar sus costos económicos en el conjunto de la población (Keynes, 1936).

### **II.1. Definición teórica de ciclos económicos**

### II.1.1. Fases del ciclo económico

Respecto a las fases del ciclo, se pueden definir cuatro: desaceleración, recesión, recuperación y expansión. La secuencia medida entre dos picos se denomina ciclo económico. Asimismo, los picos y valles también suelen conocerse como puntos de giro y definen los periodos de tiempo del ciclo (Gráfico 1).



FUENTE: Elaboración de los autores

La duración del ciclo va de un pico a otro pico, misma es muy difícil de medir en la práctica debido a que estas oscilaciones están sujetas a diferentes shocks que ocasionan un cambio en cualquier instante del periodo del ciclo, así como también influyen en su recurrencia. La duración de un ciclo es una característica importante y definirá el rasgo de un ciclo. De acuerdo a su persistencia, los ciclos se pueden clasificar en:

- a. Ciclos Económicos de Onda Larga o llamados también Ciclos de Kondrátiev que tienen una duración entre 50 o 60 años.
- b. Los Ciclos Medios o de Juglar que comprenden en promedio un periodo de 8 años y medio.
- c. Los ciclos Cortos o de Kitchin con una duración promedio de 40 meses.

Además de la duración, la definición de ciclos económicos reconoce otras dos características importantes como lo son la amplitud y alcance del ciclo. Respecto al primero, se refiere a que las expansiones y contracciones reflejan un aumento absoluto y una caída absoluta en la actividad económica agregada. En cambio, el alcance del ciclo es la duración de la contracción en un periodo de tiempo.

### **II.1.2. Ciclo de crecimiento económico**

El ciclo de crecimiento económico está constituido por movimientos de la actividad económica agregada, definidos por desviaciones de la variable (generalmente el producto de una economía) de su tendencia de largo plazo.

El análisis del ciclo de crecimiento, consiste en el estudio de la tasa de crecimiento de la serie que se dan en el corto plazo con respecto a la tasa de crecimiento de la tendencia. Por lo tanto, este análisis depende en gran medida de cómo y en qué periodo la tendencia está ajustada. Por esta razón la tendencia varía en gran medida y existen varios métodos para calcularla.

Un fuerte crecimiento en el lado de la oferta puede reducir la duración de las recesiones (visto como disminución de la demanda agregada), pero, una expansión estable de la demanda puede generar un crecimiento más rápido (Moore, 1983).

Una vez calculado el ciclo, la detección de los puntos de giro debe ser considerada como un seguimiento del movimiento cíclico. El lugar de centrarse en un solo punto de giro, es considerar que un movimiento primero se materializa en un pico de la tasa de crecimiento, cuando se intensifica la caída, la tasa de crecimiento disminuirá por debajo de la tasa de crecimiento tendencial y, finalmente, si realmente está empeorando, la tasa de crecimiento es negativa, provocando una recesión (Ferrera & Anas, 2003).

### **II.1.2. Importancia de los ciclos económicos**

Conocer los movimientos de los ciclos económicos es trascendental para los hacedores de política económica, debido a que brinda información valiosa para poder actuar antes de que suceda determinado evento. En palabras de Okun, para juzgar sobre el vigor de una economía en expansión o recesión es importante la medición del ciclo económico, instituyéndose éste en un instrumento efectivo para la formulación de las políticas económicas.

### **II.1.3. Ciclos económicos y los indicadores cíclicos**

Se han elaborado una serie de metodologías para la descomposición de las series temporales que han mejorado el análisis de los componentes cíclicos. En ese sentido, se destaca que el concepto de ciclo económico justifica el uso de indicadores cíclicos que refleja el movimiento de muchos indicadores económicos al mismo tiempo, los cuales al ser agregado en un índice compuesto, reflejan el comovimiento entre estas variables económicas y lograr incorporar información importante para la medición y predicción de los ciclos económicos.

La fortaleza de la construcción de indicadores compuestos se basa en que suaviza y disminuye los errores de medición y los movimientos idiosincráticos que se dan en los indicadores individuales. Este tipo de indicadores permite el uso de indicadores cuantitativos y cualitativos; estos últimos, permite capturar información que solamente se obtiene por medio de encuestas de opinión, donde se conoce los sentimientos y las percepciones de los agentes que coexisten en la actividad económico.

De acuerdo a (Moore, 1983) los indicadores cíclicos se clasifican en:

**Cuadro 1:** Clasificación de indicadores cíclicos

<b>Indicadores coincidentes</b>	<b>Indicadores adelantados</b>	<b>Indicadores rezagados</b>
Definen el ciclo económico ya que miden la actividad económica agregada en sincronía con el estado actual de la economía.	Compuesto por variables que cambian de dirección con anticipación a los cambios del ciclo económico, por lo que son de gran importancia en la predicción a corto plazo del comportamiento de los ciclos económicos.	Se construye con variables que cambian con cierto rezago respecto del ciclo económico y sirven para confirmar los movimientos de los indicadores adelantados.

**FUENTE:** Elaboración de los autores

La presente investigación se concentra básicamente en los indicadores compuestos que anticipan a los movimientos del ciclo económico, esto debido a su importancia para los hacedores de política económica en la reacción rápida, oportuna y eficiente ante los movimientos futuros del ciclo económico. Por tanto, la siguiente sección se hará una revisión de las diferentes metodologías utilizadas para tal efecto.

## **II.2. Revisión de metodologías**

En esta sección se realizará una breve descripción de las distintas maneras para identificar el indicador anticipado para predecir el comportamiento del ciclo económico. Entre las más aceptadas internacionalmente tenemos: la metodología del NBER, Redes Neuronales, Stock & Watson, AUERBACH y finalmente el de la OECD.

Asimismo, de manera detallada se realizará la descripción de la metodología utilizada en la presente investigación, así como también sus ventajas y desventajas respecto a las metodologías existentes.

### II.2.1. NBER

Esta metodología es una de las más aceptadas a nivel internacional para el cálculo de los cíclicos o líderes elaborados por el *National Bureau of Economic Research* (NBER). Se basa en la determinación de un ciclo de referencia<sup>1</sup>, el cual es obtenido mediante el establecimiento de los puntos de giro que se presentan en los movimientos cíclicos de la actividad económica. La identificación de estos puntos de giro se realiza por medio de indicadores que representen en buena medida el comportamiento que sigue el ciclo económico en general, casi siempre, los indicadores que se incluyen y se toman en cuenta, vienen relacionados con la producción, el nivel de empleo, las ventas o los ingresos. Este ciclo de referencia es luego utilizado para comparar el comportamiento cíclico de muchas variables económicas, para luego se pueda clasificar a las variables como líderes, coincidentes o rezagadas.

En resumen, esta metodología consiste en tres pasos:

- a. Selección de variables, fase que se divide en dos pasos: elección de un indicador de referencia, que idealmente debería ser un indicador de actividad económica agregada de la actividad económica altamente relacionada con el PIB y, selección de las variables que potencialmente constituirían el indicador compuesto.
- b. Agregación de las variables en un indicador sintético.
  - Se computa la variación mensual.
  - La variación de pondera de tal forma que incidan de forma inversa a su volatilidad relativa.
  - Los cambios porcentuales entran en el índice ajustados por sus respectivos ponderadores.
  - Finalmente, se suman las variaciones de cada una de las series.

$$x_i = 200 \times \left\{ \frac{X_t - X_{t-1}}{X_t + X_{t-1}} \right\}; \quad r[x] = \left( \frac{\frac{1}{v[x]}}{k = \sum_x \frac{1}{v[x]}} \right); \quad m[t] = r[x]x[t] \quad w[t] = \sum_i m_i[t] \quad (2)$$

---

<sup>1</sup> Por lo general, en los trabajos revisados se utiliza el PIB trimestral o el Índice de Producción Industrial (IPI). Para el caso de Bolivia, el ciclo de referencia es el Índice General de Actividad Económica (IGAE).

c. Validación del indicador líder.

### II.2.2. Redes neuronales (Kapsoli Salinas & Bencich Aguilar, 2002)

Básicamente consiste en incorporar la característica natural de acumulación de información visual y aprendizaje que poseen los seres vivos. Donde, un número determinado de células (neuronas) se organizan a través de una red e interactúan hasta obtener una respuesta a determinados estímulos.

Esta idea fue formalizada por (McCulloch & Pitts, 1943) con modelos de 1 capa, luego se desarrolla el modelo de Perceptrón Multicapa gracias a los trabajos de (Rosenblatt, 1962). En el modelo puede suceder que la relación no sea directa entre  $X_{jt}$  e  $Y_t$ , además no es necesario conocer las relaciones entre las neuronas de entrada y las neuronas ocultas.

El modelo supone una relación lineal entre un conjunto de  $J$  inputs  $X_{jt}$  (neuronas de entrada) y una variable de salida  $Y_t$  con efectos no lineales. Luego, se minimiza mediante un algoritmo numérico para estimar los valores de  $a_k$  y  $b_{jk}$ .

$$Y_t = g\left(\sum_{j=1}^J \beta_j X_{jt}\right); \quad g(z) = \frac{1}{(1 + e^{-z})}; \quad \min_{\alpha_k \beta_{jk}} SEC = \sum_{t=1}^T \left\{ Y_t - h\left(\sum_{k=1}^K \alpha_k g\left(\sum_{j=1}^J \beta_{jk} X_{jt}\right)\right) \right\}^2 \quad (3)$$

### II.2.3. Stock & Watson

Bajo la metodología, existe un grupo  $X$  integradas de orden 1, que están relacionadas a las condiciones generales de la economía. El modelo de variables  $X$  tiene dos componentes estocásticos; el estado de la economía  $C$  y el componente  $u$ .

$$E(C_t | X_1, \dots, X_t); \quad X_{it} = \beta_{it} + \gamma_i C_t + u_{it}; \quad \varphi(L)\Delta C_t = \delta + \eta_t; \quad D_i(L)u_{it} = \varepsilon_{it} \quad (4)$$

### II.2.4. AUERBACH

Estima una regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios, para evaluar el ajuste entre el PBI y una serie de variables rezagadas que componen el indicador líder. Además, incluye una variable explicativa  $DF_t$ , la cual representa la diferencia de días laborales en el mes corriente respecto a 12 meses.

$$Y_t = \sum_i \beta_i X_{it} + DF_t \quad (5)$$

## II.2.5. OCDE

Bajo esta metodología, primero se debe encontrar las variables que sirven como indicadores líderes de acuerdo a los siguientes criterios; relevancia económica, comportamiento cíclico y la mayor frecuencia posible. Se realizará una descripción más detallada de la metodología más adelante.

Se utilizará para la presente investigación la metodología de la OECD debido a su aceptabilidad en los diversos trabajos realizados tanto por la OECD, como para los países latinoamericanos, además por su sencillez, aplicación práctica e interpretación sencilla.

**Cuadro 2: Resumen metodológico**

Metodología	Características Metodológicas	Expresión
1. OECD	Se deben encontrar las variables que sirven como indicadores líderes de acuerdo a los siguientes criterios: -Relevancia Económica -Comportamiento cíclico -Mayor frecuencia posible	$ILC = \sum_{i=1}^k w_i \times s_i \times c_i$
2. NBER	-Se computa la variación mensual -La variación se pondera de tal forma que incidan de forma inversa a su volatilidad relativa -Los cambios porcentuales entran en el índice ajustados por sus respectivos ponderadores - Se suman las variaciones ajustadas de cada una de las series	$x_i = 200 \times \left\{ \frac{X_t - X_{t-1}}{X_t + X_{t-1}} \right\}$ $r[x] = \left( \frac{1}{k} \frac{1}{v[x]} \right)$ $m[t] = r[x]x[t]$ $w[t] = \sum_i m_i[t]$
3. REDES NEURONALES	El modelo supone una relación lineal entre un conjunto de J inputs $X_{jt}$ (neuronas de entrada) y una variable de salida $Y_t$ con efectos no lineales. Finalmente se minimiza mediante un algoritmo numérico estimando los valores de $a_k$ y $b_{jk}$	$Y_t = g\left(\sum_{j=1}^J \beta_j X_{jt}\right)$ $g(z) = \frac{1}{(1 + e^{-z})}$ $\min_{\alpha_k, \beta_{jk}} SEC = \sum_{t=1}^T \left\{ Y_t - h \left( \sum_{k=1}^K \alpha_k g \left( \sum_{j=1}^J \beta_{jk} X_{jt} \right) \right) \right\}^2$
4. STOCK & WATSON	Existe un grupo de variables X integradas de orden uno que están relacionadas a las condiciones generales de la economía. El modelo de las variables X tiene dos componentes estocásticos: -El estado de la economía C -El componente u	$E(C_t   X_1, \dots, X_t)$ $X_{it} = \beta_{it} + \gamma_i C_t + u_{it}$ $\varphi(L) \Delta C_t = \delta + \eta_t$ $D_i(L) u_{it} = \varepsilon_{it}$
5 AUERBACH	Estima una regresión por MCO para evaluar el ajuste entre el PBI y una serie de variables rezagadas que componen el indicador líder. Además incluye una variable explicativa DFt, la cual representa la diferencia de días laborales en el mes corriente respecto a 12 meses.	$Y_t = \sum_i \beta_i X_{it} + DF_t$

FUENTE: Elaboración de los autores

## II.3. Metodología utilizada

*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), elabora un sistema de indicadores líderes, desarrollado desde 1970 y publicado desde 1981 por el Directorio de Estadísticas de la

Organización. El objetivo principal de este sistema consiste en presentar señales tempranas de los puntos de inflexión y de los movimientos de los ciclos de la actividad económica (OECD, 2001).

Actualmente, el sistema de indicadores líderes se calcula para 30 países miembros de la OECD, para 6 países no miembros desde 2006 y para 6 regiones de interés de la OECD<sup>2</sup>. Adicionalmente, la metodología de la OECD fue aplicado en varios países de Latinoamérica, por ejemplo: El Banco Central de Chile (Pedersen , 2009); CEPAL, para países latinoamericanos; indicador líder compuesto para Uruguay (Galaso, 2014) y Banco Central de Ecuador (Erráz T., 2014), entre los más representativos (Ver Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Evidencia empírica bajo la metodología de la OECD

Autor	Objetivo	Periodo de análisis	Metodología	Conclusiones
CEPAL Países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Perú, República Dominicana, Venezuela	Construcción de un indicador regional	1994-2006	OECD	Se constata que los IL de los siete países son capaces de representar muy bien los ciclos económicos
Galaso(2014), Uruguay	A Composite Leading Cycle Indicator for Uruguay	1994-2014	OECD	Se estimó tres diferentes indicadores compuestos, los cuales estuvieron sujetos a diferentes test. Finalmente se escogió aquel compuesto por las siguientes variables: exportaciones totales, impuestos al consumo, riesgo país, permisos de construcción, promedio de la tasa de interés real en moneda local y beneficios por desempleado.
Gallardo & Pedersen (2008), Chile	Calculo de un indicador líder para Chile	1994-2006	OECD	Las mejores características las tienen las variables de demanda y actividad y de los mercados financieros, pero también los datos de comercio exterior son útiles como indicadores de la actividad chilena.
Erráz (2014), Ecuador	Elaboración de un Sistema de Indicadores del Ciclo de Crecimiento Económico.	1993- 2013	OECD	Indicador Compuesto Adelantado se encuentra en fase de recuperación, por lo que puede inferir que el ciclo de crecimiento del PIB siga este comportamiento a finales de 2013 o inicios de 2014.

**FUENTE:** Elaboración de los autores

<sup>2</sup> Países miembros de la OCDE son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, México, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, República Eslovaquia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido, y Estados Unidos. Los países no miembros de la OCDE considerados para el cálculo de un indicador líder son: Brasil, China, India, Indonesia, Rusia y Sudáfrica. Las regiones de interés de la OCDE que también cuentan con la estimación de un indicador líder son: G-7, Zona Euro, las cuatro economías más grandes de Europa (Francia, Alemania, Reino Unido e Italia), NAFTA (Canadá, México y Estados Unidos), los cinco mayores países de Asia (China, India, Indonesia, Japón y Corea, y los países de Europa del Este miembros de la OCDE (República Checa, Hungría, Polonia y Eslovaquia).

A continuación se describe los principales componentes de la metodología OECD (1987, 1999) utilizada en este trabajo, el cual consiste en calcular el ciclo de referencia y luego el indicador líder compuesto. Se puede encontrar un resumen de la metodología empleada en (Brunet & Nilsson, 2005). Un resumen de la metodología se presenta a continuación.

### **II.3.1. Cálculo de la tendencia**

Existen varios métodos que se pueden utilizar para extraer la tendencia de una serie y para el cálculo del ciclo. Entre los filtros más conocidos tenemos el Hodrick-Prescott y el *band-pass* de Christiano-Fitzgerald. En el presente trabajo se aplicó el método de extracción TRAMO/SEATS de (Gómez & Maravall, 1996). En resumen, los pasos para el cálculo de la tendencia son los siguientes:

- a. Primero, el modulo TRAMO detecta valores extremos y las perturbaciones que conducirían a fragilizar las estimaciones de los efectos calendarios.
- b. Segundo, el módulo SEATS descompone la serie linealizada según el modelo escogido por el modulo TRAMO en forma de elementos ortogonales: la tendencia – ciclo, la estacionalidad y el componente irregular por estimación y descomposición de la densidad espectral del modelo ARIMA.
- c. Se aplica la rutina de (Bry & Boschan, 1971) para seleccionar puntos de giro tentativos<sup>3</sup>.
- d. En cada una de las fases identificadas, se toman los valores promedios de la serie original y entre esos promedios se forman medias móviles de tres términos, los cuales se llaman tripletas. Se conectan linealmente los puntos medios de las tripletas y con una regresión log-lineal, usando los datos originales, se extrapola el punto medio de la última tripleta.
- e. La tendencia definitiva se obtiene con un promedio móvil de 12 meses.

De la serie original desestacionalizada se saca la tendencia calculada con los pasos ya descritos y, con la serie que resulta (ciclo) se aplica la rutina de Bry-Boschan para identificar puntos de quiebre.

### **II.3.2. Cálculo del indicador líder compuesto**

Después de seleccionar las posibles series candidatas para servir como indicadores líderes, se tiene que realizar la selección de las mismas de acuerdo a los siguientes requisitos:

- a. Relevancia económica, en el cual se tiene que ver si realmente tiene sentido económicos incluir esta variable en el presente análisis.

---

<sup>3</sup> Según este algoritmo, una fase debe ser por lo menos de cinco meses y, un ciclo de por lo menos 15 meses. En el caso de que haya dos puntos de quiebre cercanos, la regla es que se usa el último como válido.

- b. Comportamiento cíclico, *ex ante* se tiene que analizar si la variable en cuestión tiene alguna relación con el ciclo.
- c. Consideraciones prácticas, en esta parte se tiene que ver la disponibilidad de datos, y si lo están, analizar si son confiables.

Para determinar *ex ante* si una variable sirve como indicador líder, se tiene que realizar la correlación cruzada entre el ciclo de la variable y el ciclo de referencia. Donde, la correlación máxima se obtiene cuando la variable está adelantando entre cero, uno o doce meses. Naturalmente, este criterio es subjetivo, pero permite realizar una selección rápido de muchas variables candidatas a ser indicador líder.

Con las series preseleccionadas se calcula el indicador líder compuesto como:

$$ILC = \sum_{i=1}^k w_i \times s_i \times c_i \quad (1)$$

Donde  $w_i$  es la ponderación del  $i$ -ésimo componente,  $k$  es el número de componentes que entran el ILC,  $s_{i,t}$  es un factor de estandarización y  $c_{i,t}$  es el  $i$ -ésimo indicador líder. El factor de estandarización se aplica para asegurar que el ILC no este influido en exceso por movimientos irregulares de las series componentes. Contiene básicamente dos elementos: suavización y estandarización. La primera se hace con el método MCD (*Months for Cyclical Dominance*) que se define como la longitud mínima de promedio móviles para la cual la razón entre el componente irregular y el componente cíclico en variaciones mensuales es igual que la unidad. El valor máximo del MCD es seis<sup>4</sup>.

Para asegurar que los componentes en el ILC presenten la misma amplitud cíclica relativa, las series están normalizadas con la siguiente formula:

$$x_{n,t} = \frac{x_t - \bar{x}}{\left| \frac{\sum_{i=1}^n x_t - \bar{x}}{n} \right|}$$

Donde  $x_{n,t}$  es la serie normalizada,  $x_t$  es la serie original,  $\bar{x}$  es la media de la serie y  $n$  es el número de observaciones.

---

<sup>4</sup> El valor de seis es para datos mensuales, en cambio, cuando la frecuencia es trimestral existe una terminología análoga, donde el valor máximo del DQD (*Quarterly Cyclical Dominance*) es dos.

Las ponderaciones  $w_{i,t}$  están determinadas subjetivamente y en el presente trabajo se deja cada componente con la misma ponderación. Además, con frecuencia las series de tiempo de los componentes del ILC tienen longitudes distintas, por lo cual es necesario determinar cuántas de las series deberían estar disponibles para el cálculo del ILC. En esa vía, la OECD indica que el 60% de las series deben estar disponibles, misma regla se aplicará en la presente investigación.

Respecto a la selección del mejor ILC, no hay un método estándar para determinar cuál es el mejor, es así que los criterios son determinados de forma subjetiva en su mayoría e incluyen una gran cantidad de juicio.

En el presente trabajo se busca combinaciones de los indicadores líderes que sean eficientes y simples. Por eficiencia se entiende la capacidad que tiene el ILC de adelantarse al ciclo de referencia con una alta correlación entre las dos series y, además que es capaz de capturar puntos de quiebre. Respecto a lo simple, se busca ILC simples en el sentido de que debería incluir el menor número de indicadores posibles sin sacrificar la eficiencia.

- a. Paso 1, encontrar las series que sirvan como indicadores líderes, en el sentido de tener la máxima correlación con el ciclo de referencia, adelantándose entre cero y doce meses.
- b. Paso 2, se construye una ILC con todas las series encontradas en el paso uno.
- c. Paso 3, se eliminan uno a uno los componentes para analizar si las propiedades del ILC mejoran o son iguales sin el componente eliminado.
- d. Paso 4, con el nuevo ILC se repiten los pasos empezando con el paso número 3 hasta que no se puedan eliminar más componentes si empeoran la capacidad del ILC.

Sobre la base de la revisión de las consideraciones teóricas y experiencias, la construcción del indicador líder sigue las siguientes etapas:

**Gráfico 2:** Metodología para el sistema de indicadores líderes



FUENTE: Elaboración de los autores

### **Sistematización de la información**

En esta parte se hace la identificación del indicador de referencia que se utilizara [...] y luego la especificación del sistema de indicadores de coyuntura.

### **Tratamiento de la información**

En el tratamiento de la información, primero se realiza la extracción de señales de los indicadores, segundo, determinación y estimación del ciclo económico y, finalmente, se realiza la clasificación cíclica.

### **Indicador compuesto**

Para el indicador compuesto, se necesita básicamente la construcción del indicador líder y el indicador sintético.

## **III. Descripción de los datos**

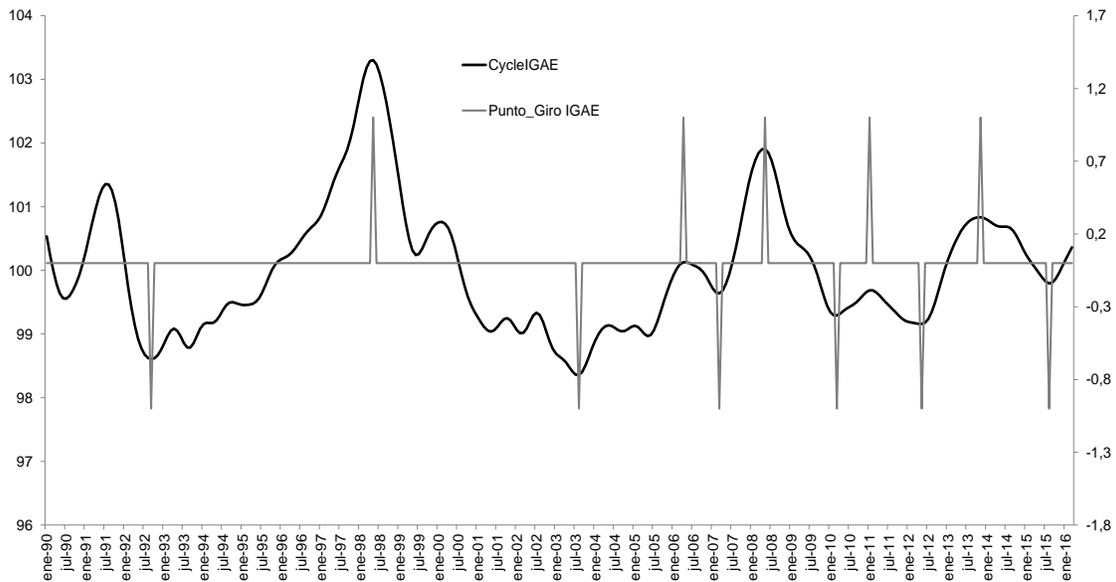
Aquí se realiza la descripción de los datos utilizados

## **IV. El ciclo de referencia**

El ciclo de referencia de la actividad económica de Bolivia es el IGAE, calculado con el método descrito en la sección II, esta descrito en el gráfico 3. Desde 1990 se han encontrado de valle a valle,

cinco ciclos completos de la economía. La duración promedio de un ciclo ha sido de 55 meses, en tanto las fases de expansión han durado en promedio 28 meses, un mes más que las fases de contracción.

**Gráfico 3: Ciclo del indicador de referencia**  
(Desviaciones porcentuales respecto a la media)



**FUENTE:** Elaboración de los autores

El primer ciclo ha durado 132 meses desde septiembre de 1999 hasta agosto 2003, siendo este el más largo que el resto de los ciclos. Todo esto ha pasado en un periodo donde Bolivia ha cambiado radicalmente el marco de las políticas macroeconómicas y, de esta forma los ciclos económicos se hacen más cortos respecto al primero debido a la efectividad de las políticas contracíclicas para suavizar las fluctuaciones de la actividad económica.

El ciclo de referencia expuesto se usa como base para la búsqueda de indicadores líderes en la siguiente sección.

## V. Principales indicadores compuestos

En esta sección se presentan las variables que tienen las propiedades de indicadores líderes. Primeramente, se define un determinado indicador como líder, si tiene una correlación cruzada máxima con el IGAE, con un adelanto entre cero y doce meses. Luego, los indicadores líderes se utilizan para calcular el ILC para cada uno de los seis grupos mencionados previamente.

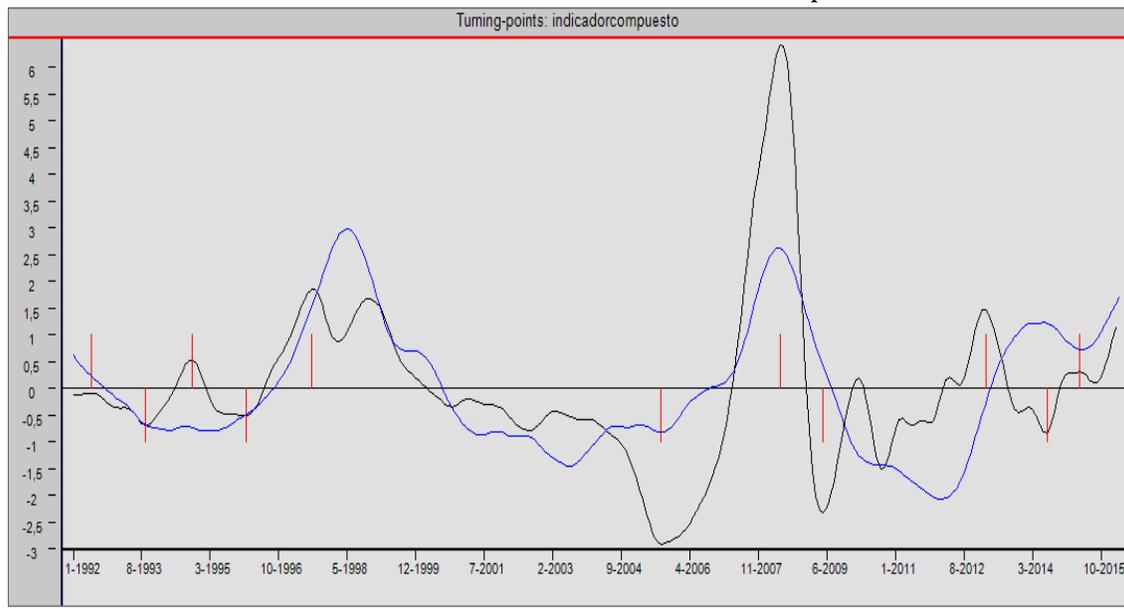
## V.1. Indicadores adelantados que cumplen con las propiedades

Esta sección analiza los indicadores que logran anticipar a la actividad económica.

### V.1. Se realiza el ejercicio final del indicador compuesto

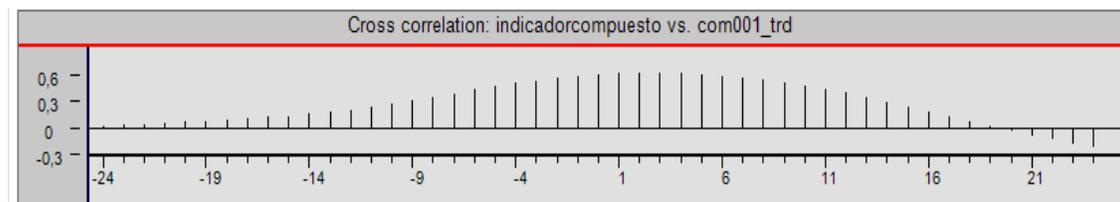
Con un adelanto de tres meses, el indicador compuesto tiene una correlación alta y, con adelantos de entre cero a tres meses el coeficiente de correlación se aproxima a un 70% (ver gráfico XX). Hay datos del indicador compuesto desde 1992, donde los componentes son cuatro variables de los mercados financieros, exportaciones industriales, ventas de bienes industriales habituales y materiales de construcción. Las ventas de vehículos integran el indicador desde 1994, las exportaciones de bienes identificados.

**Gráfico 4: Ciclo del IGAE e indicador compuesto**



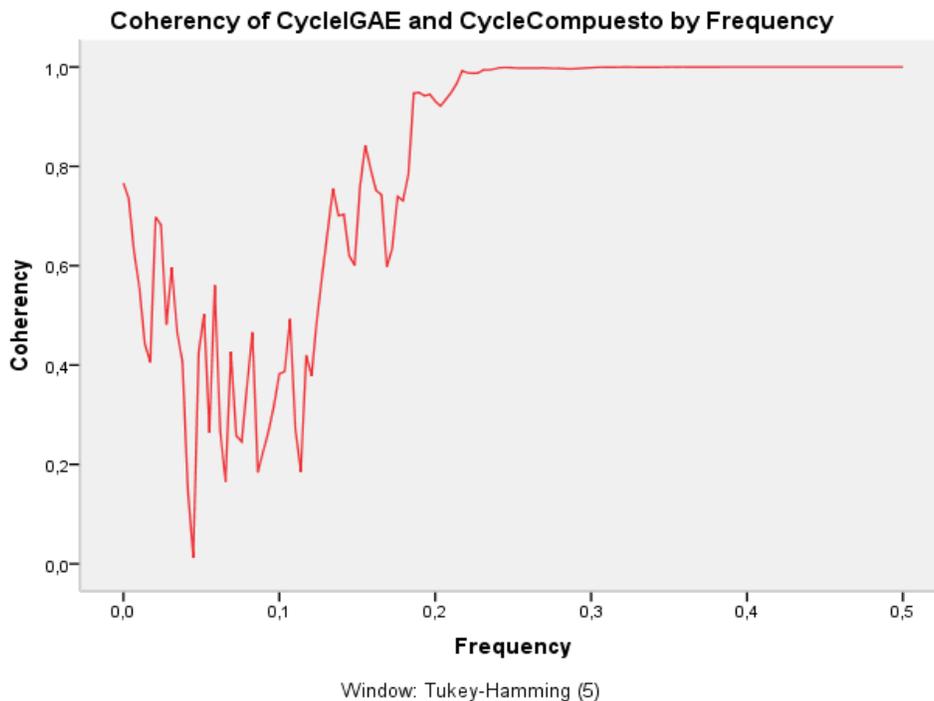
FUENTE: Elaboración de los autores

**Gráfico 5: Correlación cruzada**



FUENTE: elaboración de los autores

**Gráfico 6:** Coherencia espectral del indicador compuesto de la actividad boliviana y ciclo del IGAE 1992:01 – 2015:02  
(Series normalizadas con la tendencia)



FUENTE: Elaboración de los autores

**Cuadro 4:** Coherencia espectral del indicador compuesto de la actividad boliviana y ciclo del IGAE  
1992:01 – 2015:02 (series normalizadas con la tendencia)

Obs.	Frecuencia	Periodo (meses)
1	0,1	10,0
2	0,2	5,0
3	0,3	3,3
4	0,4	2,5
5	0,5	2,0
6	-	-

FUENTE: Elaboración de los autores

## VI. Conclusiones

Se realiza las respectivas conclusiones y recomendaciones

## Anexos

Aquí van los anexos

## **Bibliografía**

- Metodología del indicador líder de la actividad económica de Bolivia.* (diciembre de 2014). La Paz: Instituto Nacional de Estadística.
- Aguilar, M. A., & Lora Rocha, O. (1999). Indicadores para anticipar la evolución de la actividad económica. En *Revista de Análisis* (págs. 41-86). La Paz: Banco Central de Bolivia.
- Bravo, F., & Franken, H. (2001). Un indicador líder del IMACEC. *Documento de Trabajo*(99).
- Brunet, O., & Nilsson, R. (2005). Calculation of Normalised Business and Consumer Confidence Indicators and Zone Aggregates . *OECD*.
- Bry, G., & Boschan, C. (1971). Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*.
- Carrasco Madrid, S. (2009). Un indicador líder para la región de Valparaíso.
- Erráz T., J. (2014). Sistema de indicadores del ciclo de crecimiento económico. *Publicaciones Económicas*.
- F. Burns, A., & C. Mitchell , W. (1946). Measuring Business Cycles. *Studies in Business Cycles*.
- Ferrera, L., & Anas, J. (2003). Detecting cyclical turning points: the ABCD approach and two probabilistic indicators. *Working Papers and Studies*.
- Fuentes, J., & Salazar, R. (2009). Cálculo de un indicador coincidente y adelantado de la actividad económica salvadoreña . *Documento de Trabajo*.
- Galaso, P. (2014). A Composite Leading Cycle Indicator for Uruguay. *Instituto de Economía-Universidad de la República*.
- Gómez, V., & Maravall, A. (1996). PROGRAMS TRAMO AND SEATS. *Banco de España - Servicio de Estudios*(9628).
- Gyomai, G., & Wildi, M. (2012). OECD Composite Leading Indicators for G7 Countries. *OECD Statistics Working Papers*.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation . *Journal of Money, Credit and Banking*, 1-16.

- Kapsoli Salinas, J., & Bencich Aguilar, B. (2002). Indicadores líderes, redes neuronales y predicción de corto plazo. *Documentos de Trabajo*.
- Keynes, J. (1936). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kitchin, J. (1923). Cycles and Trends in Economic Factors. *Review of Economics and Statistics*, 10-16.
- Kondrátiev, N. (1935). Los grandes ciclos de la vida económica. *Ensayos sobre el Ciclo Económico*, 35-56.
- Marcillo, E. (2013). *Un indicador Líder para la actividad económica de Colombia*.
- McCulloch, W., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas Immanent in Nervous Activity . *Bulletin of Mathematical Biophysics* , 115-133.
- Moore, G. (1983). Business Cycles, Inflation, and Forecasting. *National Bureau of Economic Research Studies in Business Cycles*.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on Constructing Composite Indicators. *OECD Statistics Working Papers*.
- Nilsson, R. (2006). Composite Leading Indicators and Growth Cycles in Major OECD Non-Member Economies and recently new OECD Members Countries. *OECD Statistics Working Papers*.
- Nilsson, R., & Brunet, O. (2006). Composite Leading Indicators for Major OECD Non-Member Economies. *OECD Statistics Working Papers*.
- Ochoa G. , E., & Lladó M. , J. (2002). Modelos de indicadores lideres de actividad económica para el Perú. *Estudios Económicos* .
- OECD. (2001). OECD Composite Leading Indicators: a tool for short-term analysis. *OECD Statistics - Leading Indicators*.
- OECD. (2012). OECD System of Compositive Leading Indicators . *OECD Statistics, Leading Indicators*.
- Pedersen , M. (2009). Un indicador líder compuesto para la actividad económica en Chile. En CEMLA, *MONETARIA* (págs. 35-62). México D.F. : Alejandro Duplancher.
- Rosenblatt, F. (1962). Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms. *Spartan Books* , 705-707.

