



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
OPTIMIZACIÓN FINANCIERA

PRONÓSTICO DEL PIB TURÍSTICO A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE CICLOS ECONÓMICOS E INDICADORES  
ADELANTADOS

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
KITZIA VERGARA MANCILLA

TUTOR  
DRA. ISABEL PATRICIA AGUILAR JUÁREZ, FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE 2017

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Suárez Rocha Javier  
Secretario: Dra. Flores De La Mota Idalia  
Vocal: Dra. Aguilar Juárez Isabel Patricia  
1<sup>er.</sup> Suplente: Dr. Martínez Miranda Elio Agustín  
2<sup>do.</sup> Suplente: M. en I. Rodríguez Rubio Jorge

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: CIUDAD DE MÉXICO

**TUTOR DE TESIS:**

DRA. ISABEL PATRICIA AGUILAR JUÁREZ

-----  
**FIRMA**

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer el apoyo que en todo momento me brindó el CONACYT para poder continuar con mi preparación profesional.

Gracias a mi tutora, por su guía y acompañamiento durante esta etapa, que ha sido una de las más productivas y enriquecedoras que he vivido.

Agradezco infinitamente a mis padres por la guía y el apoyo incondicional que siempre me han brindado y a mi hijo por ser la luz que siempre me acompaña y por inspirarme día con día. Gracias, Anibal, eres el mejor compañero; gracias también a tus papás y a Gilberto que están siempre dispuestos a apoyarnos.

## Contenido

Resumen .....	6
Introducción .....	7
Capítulo I. Ciclos económicos y turismo .....	18
1.1 Conceptos y definiciones.....	18
1.2 Descripción y uso del reloj INEGI .....	22
1.3 El Sistema de Indicadores Cíclicos .....	26
1.4 Metodología de los ciclos económicos en México.....	29
1.4.1 Cálculo del Indicador Compuesto bajo el enfoque del ciclo de crecimiento.....	30
1.4.2 Cálculo del Indicador Compuesto bajo el enfoque del ciclo de negocios o clásico .....	32
Capítulo II. Análisis de series de tiempo.....	36
2.1 Conceptos básicos sobre series de tiempo.....	36
2.2 Métodos clásicos de suavizamiento (alisado) y pronóstico.....	39
2.2.1 Métodos ingenuos .....	39
2.2.2 Métodos de cálculo de promedios.....	40
2.2.3 Métodos de alisado exponencial .....	41
2.3 Métodos de suavizamiento (alisado) y pronóstico desde el enfoque moderno .....	44
2.3.1 Modelos autorregresivos integrados y de medias móviles (ARIMA) .....	44
2.3.2 Enfoque de modelos estructurales .....	46
2.3.3 Modelos que monitorean volatilidad .....	46
2.4 El Filtro Hodrick-Prescott .....	52
2.5 Filtro de Kalman.....	54
2.6 Algoritmo Bry-Boschan .....	55
Capítulo III. Desarrollo del modelo .....	58
Capítulo IV. Aplicación del modelo .....	63
4.1 Ciclos económicos en México.....	63
4.2 Relación entre PIB Nacional y PIB Turístico.....	68
4.3 Relación entre el PIB Nacional y los ciclos económicos .....	73
4.4 Modelo de pronóstico .....	78
Conclusiones .....	81
Referencias y Bibliografía.....	84
Apéndice A. Puntos de giro en el Reloj de ciclos económicos INEGI .....	86

Apéndice B. Cuenta Satélite del Turismo de México .....	89
Apéndice C. PIB Nacional y PIB Turístico trimestrales .....	91
Apéndice D. Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado .....	93
Apéndice E. Estimación del PIB mensual basada en el IGAE.....	97
Apéndice F. Validación del Modelo de Pronóstico.....	108

## **Resumen**

El presente trabajo propone un Modelo de Pronóstico suficientemente acertado de la tendencia del comportamiento del sector turístico, logrando una eficiencia de 98.37% para el pronóstico de un año y 99.92% para el comportamiento histórico de la serie. Este modelo toma como base la metodología utilizada y la información publicada por fuentes oficiales sobre el comportamiento tanto del PIB Nacional como del PIB Turístico, utiliza Indicadores económicos Coincidentes y Adelantados, además que aprovecha también el análisis de ciclos económicos y métodos de análisis de información y de pronóstico del comportamiento de series económicas. Todo esto a través de la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott y de Kalman, el método de regresión lineal, así como el algoritmo Bry-Boschan. Así, el Modelo de Pronóstico presenta una metodología que dará certidumbre a las inversiones en el sector turístico y favorecerá la planificación para lograr mejores resultados en el sector y, por tanto, mayor rentabilidad en las inversiones.

## **Abstract**

This document proposes a sufficiently certain Foretell Model of the tourism sector performance trend, which achieves 98.37% of efficiency for a one-year-foretell and 99.92% efficiency for a long-term behavior. The model is based on the methodology and data that is used and published by the government sector about National GDP and Tourism GDP, it uses Coincident and Leading Indicators and as well as it takes advantage of the business cycles analysis and economic series data analysis and foretell. All the previous done by using Hodrick-Prescott and Kalman filters, linear regression, as well as Bry-Boschan algorithm. Therefore, this Foretell Model submits a methodology which will give certainty to investments on the tourism sector and will assist in its planning, in order to achieve better results and, thus, greater profitability on said investments.

## Introducción

### Ciclos económicos

Los economistas Arthur Burns y Wesley Mitchell, dieron la definición estándar de los ciclos económicos en su libro *Measuring Business Cycles* (Burns & Mitchell, 1946): *los ciclos económicos son un tipo de fluctuación que se encuentra en la actividad económica agregada de las naciones que organizan su trabajo principalmente en empresas de negocios. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas por desaceleraciones igualmente generales, recesiones y recuperaciones que se funden en la fase de expansión del ciclo siguiente; en la duración, los ciclos económicos varían de uno a diez o doce años, y no son divisibles en ciclos más cortos.*

Un ciclo económico consta de una serie de etapas cíclicas que se denominan fases: Expansión → Desaceleración → Recesión → Recuperación → Expansión... y así sucesivamente. Cuando se registra un cambio de fase hablamos de un punto de giro; estos puntos de giro ocurren en dos momentos:

1. Expansión → Desaceleración
2. Recesión → Recuperación

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que existe la posibilidad de entrar en un periodo de depresión, el cual consiste en una recesión aguda, en la que no se observa posibilidad inmediata de entrar en una fase de recuperación.

Ahora bien, la importancia y utilidad del análisis de los ciclos económicos radica en dos pilares principales:

1. Los ciclos económicos son de duración variable pero sus fases se presentan de forma recurrente, lo cual permite analizar su comportamiento a través del tiempo.
2. Debido a que las fluctuaciones se presentan en muchas actividades económicas, podemos tomarlos como referencia del estado general de la economía de un país.

Así, una vez que se evalúa el estado general de la economía y se tiene un análisis del comportamiento histórico de ésta, es posible tomar decisiones informadas de carácter económico.

En México, a través del INEGI encontramos en *El Reloj de los Ciclos Económicos una herramienta que apoya al análisis de los ciclos de la economía del país ya que muestra la interacción de indicadores económicos, seleccionados por su relevancia en la identificación de los puntos de giro del ciclo* (INEGI, 2014) . El reloj muestra el ciclo de crecimiento del llamado Sistema de Indicadores Cíclicos (SIC), que comprende al Indicador Coincidente y al Indicador Adelantado, los cuales a su vez se componen de ciertas variables:

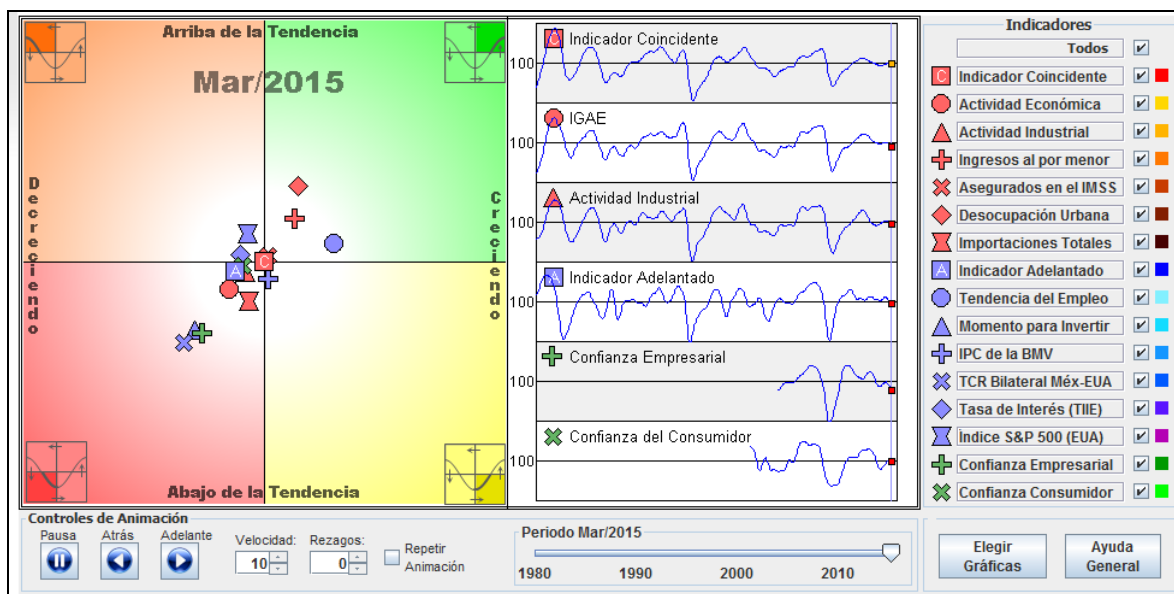
1. Para el caso del Indicador Coincidente:
  - a. Indicador global de la actividad económica
  - b. Indicador de la actividad industrial
  - c. Ingresos de bienes y servicios al por menor
  - d. Asegurados permanentes en el IMSS
  - e. Tasa de desocupación urbana
  - f. Importaciones totales
  
2. Para el caso del Indicador Adelantado:
  - a. Tendencia del empleo en las manufacturas
  - b. Confianza Empresarial (CE): momento adecuado para invertir
  - c. Índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores
  - d. Tipo de cambio real bilateral México-EUA
  - e. Tasa de interés interbancaria de equilibrio
  - f. Índice Standard & Poor's 500 (índice bursátil de Estados Unidos)

Los ciclos tanto del SIC como de las variables que lo componen, se calculan con base en la desviación respecto a su tendencia de largo plazo, aplicando la metodología utilizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Dicha metodología aplica el filtro Hodrick-Prescott a las series desestacionalizadas y corregidas por observaciones atípicas correspondientes a cada una de las variables.

La diferencia entre los indicadores Coincidente y Adelantado radica en que el primero refleja el comportamiento del ciclo económico mostrando coincidencia con él en sus puntos de giro, mientras que el segundo tiende a adelantarse a dichos puntos.

En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo del Reloj de Ciclos Económicos del INEGI: las fases se muestran en los cuatro cuadrantes, en sentido contrario a las manecillas del reloj; los puntos de giro se identifican cuando los valores del componente cíclico cruzan el eje vertical.





Cuadro 1. Representación del componente cíclico en el Reloj de ciclos económicos.  
[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj\\_cicloseco/default.aspx](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj_cicloseco/default.aspx)

## Turismo y turista

Turismo y turista son dos conceptos estrechamente relacionados entre sí. Se entiende por turista a la persona que viaja por distracción, paseo o vacaciones; sin embargo, desde la óptica de la Cuenta Satélite de Turismo en México, el término a emplear es el de visitante, definiendo como tal a *toda persona que se desplaza a un sitio diferente de su entorno habitual, con una duración del viaje inferior a doce meses y cuyo propósito no sea desarrollar una actividad que le sea remunerada en el lugar visitado*.

Por otro lado, de acuerdo con la definición del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2013) y la Secretaría de turismo (Secretaría de Turismo, 2014), el turismo engloba los bienes y servicios que demandan los turistas, las unidades de producción (empresas o establecimientos) que los generan y suministran, y el conjunto de unidades institucionales que participan en las transacciones y que se encuentran localizadas en un lugar determinado o en las denominadas zonas turísticas, ya que en dicha ubicación los oferentes de bienes y servicios mantienen una estrecha relación con los turistas. Entonces, el turismo no puede ser definido independientemente de los visitantes y las acciones realizadas por éstos.

El impacto de la actividad turística en el desarrollo económico del país puede ser evaluado a través de su participación en la generación de la riqueza, lo cual a su vez puede medirse por los resultados registrados en la balanza de pagos y el porcentaje de aportación de este sector al PIB y de su capacidad para generar empleos bien remunerados.

Para dimensionar la importancia económica del turismo, se delimitan los conceptos de demanda y oferta turística; la demanda se refiere al consumo de los visitantes, y la oferta a la cuantificación de las actividades que generan los bienes y servicios para satisfacer las necesidades de los visitantes. El PIB de la industria turística tendrá que medirse a través de la oferta, debido a que esa variable se cuantifica por el Valor Agregado Bruto (VAB) que es generado por las actividades productivas y no por el uso que se hace de la producción. Así, el PIB de la industria turística está integrado por el VAB de las unidades productoras que se clasifican en actividades turísticas.

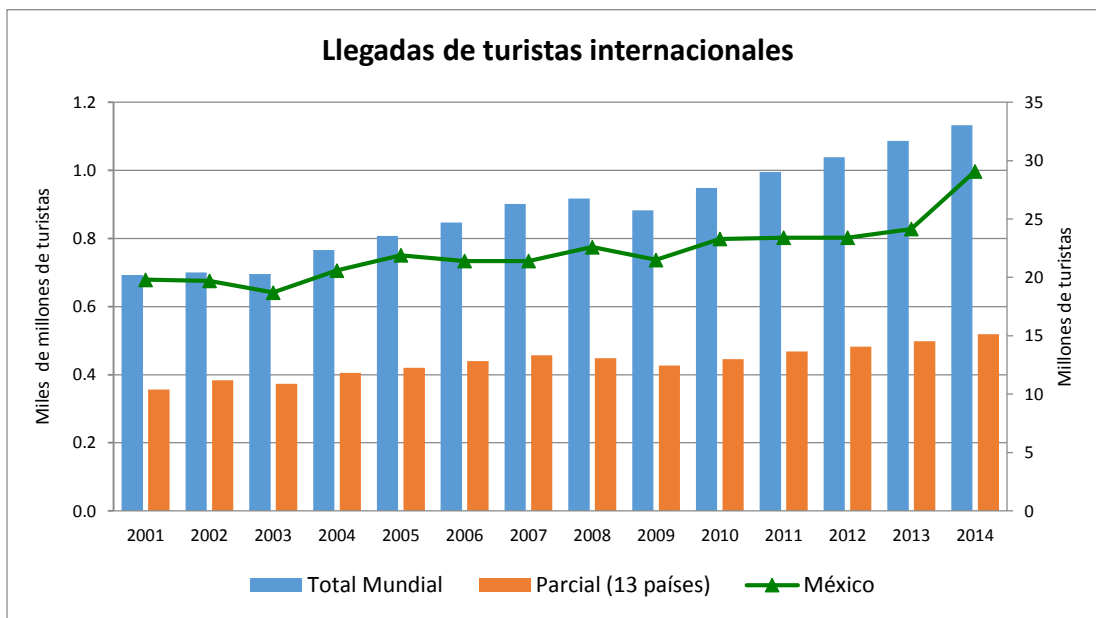
La Organización Mundial del Turismo (OMT, 2015) estimó un crecimiento en las llegadas internacionales a nivel mundial de 3.3% anual entre 2010 y 2030. Durante el periodo 2001-2014 dichas llegadas presentaron un crecimiento promedio anual de 3.9% a nivel mundial y del 3.2% en nuestro país. En particular, la llegada de turistas internacionales a México (Cuadro 2) creció 20.5% entre 2013 y 2014, con lo que se ubicó en el décimo puesto entre los países con mayor número de llegadas internacionales.

Rango	Llegadas de turistas internacionales	Ingresos por turismo internacional	Año	Millones de turistas	Variación (%)
1	Francia	Estados Unidos	2005	21.9	
2	Estados Unidos	España	2006	21.4	-2.3
3	España	China	2007	21.4	0.0
4	China	Francia	2008	22.6	5.6
5	Italia	Macao (China)	2009	21.5	-4.9
6	Turquía	Italia	2010	23.3	8.3
7	Alemania	Reino Unido	2011	23.4	0.5
8	Reino Unido	Alemania	2012	23.4	0.0
9	Federación de Rusia	Tailandia	2013	24.2	3.2
10	México	Hong Kong (China)	2014	29.1	20.5

Cuadro 2. *Ranking* de llegadas e ingresos por turismo y Llegadas de turistas internacionales a México. Generación propia con datos de la OMT

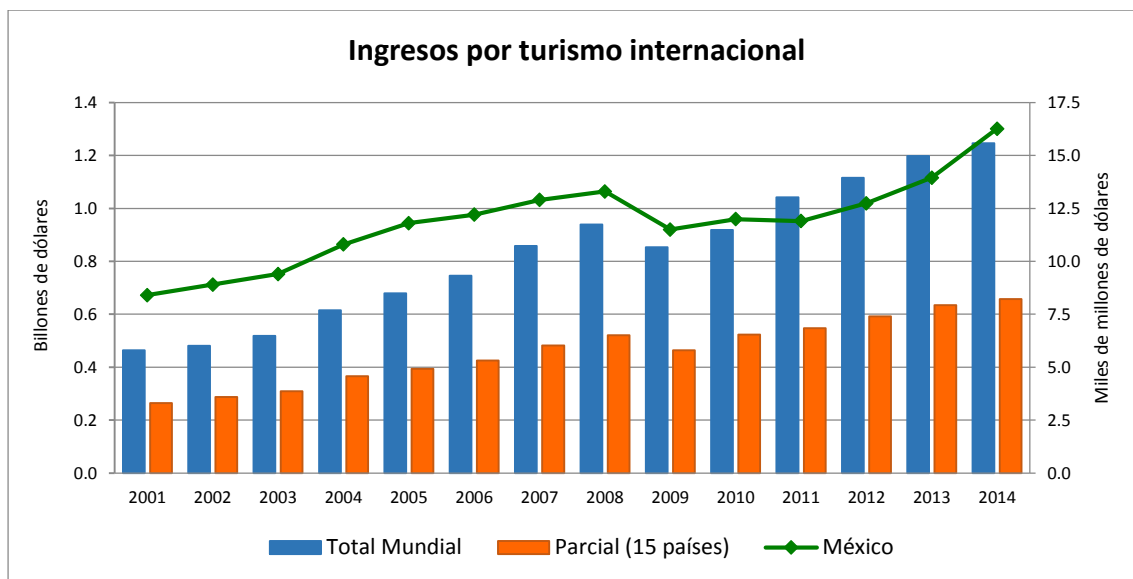
El Cuadro 3 muestra la evolución de las llegadas de turistas durante el periodo 2001-2014. Las barras correspondientes al cúmulo de 13 países incluyen Francia, España, Estados Unidos de América, Italia, China, Reino Unido, Canadá, México, Polonia, Austria, Alemania, Federación de Rusia y Portugal; estos 13 países acumulan en promedio el 49.8% del total mundial de las llegadas

de turistas internacionales. En el cuadro se observa que el comportamiento de dicho indicador en México se comporta de manera similar al indicador correspondiente al total mundial.



Cuadro 3. Llegadas de turistas internacionales por principales destinos

En el Cuadro 4 se presenta el comportamiento de los ingresos por turismo internacional correspondiente al total mundial, a un cúmulo de 15 países (Estados Unidos de América, Italia, España, Francia, Reino Unido, China, Austria, Canadá, Alemania, Rusia, México, Australia, Suiza, Holanda -Países Bajos-, Hong Kong) y a sólo México. Podemos observar que, a excepción del año 2011, los ingresos por turismo internacional en nuestro país se comportan de acuerdo con la tendencia mundial.



Cuadro 4. Ingresos por turismo internacional en principales destinos

De acuerdo con diversos estudios e investigaciones (Molina, 2007), México tendría que basar el desarrollo del turismo en:

- La diversidad y calidad de sus atractivos
- La cercanía geográfica con grandes mercados de consumo
- La existencia de un importante mercado interno
- La diversificación de segmentos a captar.

Uno de los estudios sobre turismo realizados en México, *Gran Visión del Turismo en México 2020*, preparado por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), contribuyó a entender los problemas estructurales del turismo en nuestro país y a plantear estrategias de largo plazo, contrario a lo que se venía haciendo tradicionalmente, que consistía en el diseño de políticas, planes y programas de mediano plazo. En este estudio se presentan dos escenarios:

- A. Escenario de permanencia/evolución: responde a la hipótesis de que no se verificarán cambios importantes en el medio mexicano tanto desde el gobierno como desde las empresas, por lo que se seguirán las políticas estatales y empresariales tradicionales hacia el turismo nacional o receptivo. Este escenario podría ser descartado al observar los esfuerzos realizados por ciertos prestadores de servicio y la misma esfera estatal, que han puesto en práctica medidas para diversificar la demanda, atender nuevos segmentos, rectificar las políticas de apoyo, entre otras.

- B. Escenario de cambio/reorientación: tiene como hipótesis que se logre un cambio muy acelerado en las tendencias actuales, exacerbando políticas de cambio empresariales y estatales. De este modo, el turismo de masas estaría fuertemente afectado por las nuevas modalidades turísticas emergentes, y hacia el año 2020 se tendría un modelo mucho más complejo de turismo en México.

Tomando como referencia el escenario de cambio, en el estudio de FONATUR se pretende darle una reorientación estratégica al turismo, haciendo de México un destino de alto valor. Para lograrlo, se tiene que crecer a una tasa superior a la mundial, captar segmentos en mercados de larga distancia y aumentar la penetración en Estados Unidos (por ser este el principal mercado internacional para el turismo mexicano), por lo que tendrían que tomarse algunas medidas:

- Diversificar el modelo turístico mexicano, consolidando segmentos nuevos.
- Expandir en México una nueva clase empresarial turística, incluyendo pequeños y medianos empresarios (nacionales y extranjeros), aprovechando las ventajas de la tecnología para lograr economías de asociación.
- El sector público debe proponer políticas de largo alcance, marcos legislativos y normativos en materia de inversiones, transporte, migración, financiamiento, utilización responsable del medio ambiente, flexibilidad laboral, tenencia de tierras, formación de recursos humanos y seguridad jurídicas necesarias para su operación.

Sobre este mismo tema, el FONATUR señala como objetivos a largo plazo:

1. Desarrollo regional sustentable
2. Generación de empleos
3. Captación de divisas
4. Desarrollo económico
5. Bienestar social

Dichos objetivos deben enmarcarse junto con los objetivos estratégicos del país y ser congruentes con las tendencias del turismo internacional y los requisitos del mercado doméstico.

De la misma manera, FONATUR identificó los productos turísticos en los cuales el sector turístico mexicano tendría que concentrar su desarrollo:

- Playas y resorts con un amplio rango de actividades y atractivos en un medio ambiente conservado.
- Ciudades con buenos sistemas de transporte, atractivos y entretenimiento, así como compras y servicios de calidad.
- Destinos alejados que favorezcan el descanso y la tranquilidad.

- Parques temáticos orientados al disfrute familiar.
- Cruceros que ofrezcan una amplia gama de viajes con alternativas de tiempo y costo.
- Productos vacacionales activos y distintivos para el segmento de jóvenes.
- Productos distintivos para personas jubiladas o pensionadas que incluyan actividades culturales, de descanso y deportes.
- Productos distintivos para grupos especializados.

### Planteamiento del Problema

La misión de la Secretaría de turismo es: “Conducir el desarrollo turístico nacional, mediante las actividades de planeación, impulso al desarrollo de la oferta, apoyo a la operación de los servicios turísticos y la promoción, articulando las acciones de diferentes instancias y niveles de gobierno”. Su visión es “ser país líder en la actividad turística para el 2030, logrando reconocer al turismo como pieza clave del desarrollo económico de México, diversificar los productos turísticos y desarrollar nuevos mercados, impulsar a las empresas turísticas a ser competitivas a nivel nacional e internacional y desarrollar el turismo respetando los entornos naturales, culturales y sociales” (Secretaría de Turismo, 2014).

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2013), entre 1982 y 2012 los turistas internacionales en México tuvieron una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 2%. Como resultado, el país perdió posiciones en la clasificación de la OMT: entre 2000 y 2011 pasó del lugar siete al diez en la recepción de turistas internacionales y del 12 al 23 en el ingreso de divisas. Así, dentro del PND se considera generar estrategias de promoción para atraer visitantes a nuestro país, fomentar la inversión y el financiamiento en el sector, impulsar su sustentabilidad y observar que el turismo sea fuente de bienestar social.

Las estrategias disponibles para el desarrollo del sector turístico se encuentran basadas fundamentalmente en la promoción de los destinos turísticos; sin embargo, consideramos que para lograr el crecimiento sustentable del sector turístico, es fundamental tomar medidas efectivas y eficientes basadas en pronósticos certeros sobre el comportamiento del sector, que estén relacionados con las condiciones de desarrollo del país, que permitan aprovechar las tendencias favorables y protegerse oportunamente contra las desfavorables; mediante la toma de decisiones adecuadas para el sector.

Por lo anterior, el problema que abordaremos en este trabajo, es el conocimiento suficientemente certero y anticipado del desempeño posible del sector turístico, a partir de pronósticos sobre el desempeño de las principales variables económicas del país.

## Estado el Arte

La relación del sector turístico con los ciclos económicos ha sido previamente abordada en España, en un trabajo que explora el grado de sincronización del Producto Interno Bruto y el sector turismo entre 1950 y 2006, del cual se concluyó que los cambios en la economía mexicana sólo tienen efectos parciales en este sector (Ramírez Hernández, 2007). También en España se analizó el comportamiento del turismo internacional desde mediados del siglo pasado hasta 2010, con objeto de ponerlo en relación con los ciclos económicos de las últimas décadas y centrarse en la resistencia que tiene esa actividad ante las crisis económicas (Flores Ruiz & Barroso González, 2011). Dentro de la UNAM podemos mencionar dos tesis que tratan sobre ciclos económicos: 1) en la tesis *Análisis de tendencias y ciclos económicos del sector turístico de México: un enfoque por el lado de la demanda* (Vázquez Madrigal, 2007) se abordan tanto las tendencias y los ciclos económicos del turismo en México entre 1980 y 2005 como su relación con los ciclos económicos de Estados Unidos y 2) en la tesis de maestría *Estudio de cambios estructurales asociados a puntos de inflexión en series financieras* (Malfavón Ruiz, 2013) se aplica el análisis cíclico de series de tiempo a series financieras para identificar puntos de inflexión asociados a cambios estructurales mediante los cuales se puede inferir un cambio en la tendencia del precio de un activo. Finalmente, en el libro *Amor y odio: efectos ambientales, económicos y sociales del turismo* (Barrón Arreola & Gómez López, 2014), se aplicó la metodología de los ciclos económicos a las series de México y se observó que los ingresos y egresos de turistas en miles de millones de dólares están positivamente correlacionados con el crecimiento económico y el tipo de cambio.

En cuanto a pronosticar resultados mediante series de tiempo, encontramos varios trabajos que hacen referencia al uso del filtro de Kalman: en el artículo *Estimating monthly GDP in a general Kalman Filter framework: Evidence from Switzerland* (Cucho & Hess, 2000), los autores utilizaron este filtro para estimar el PIB mensual de Suiza para el periodo 1980-1997, obteniendo estimaciones consistentes con las cifras reportadas por fuentes oficiales de dicho país. En el artículo *A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series* (Mariano & Murasawa, 2000) se aplica el filtro de Kalman al PIB trimestral y al Indicador Coincidente del ciclo económico de Estados Unidos para obtener un nuevo Indicador Coincidente, el cual es un estimador del PIB mensual. Otro trabajo relevante es el documento de investigación *Estimaciones del PIB Mensual Basadas en el IGAE* (Elizondo, 2012) en el cual se utilizaron tres métodos para estimar el logaritmo del PIB real mensual en México, a partir del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE) y se observó que el método que mejor se ajustó a los datos trimestrales observados fue el basado en el filtro de Kalman.

Podemos observar que la preocupación por realizar el pronóstico del PIB turístico es un problema de interés a nivel mundial, y que los esfuerzos para resolverlo han sido variados, sin embargo, aún queda por analizar la relación que existe entre el comportamiento del sector turístico y otras variables económicas, de manera tal que se puedan aprovechar esas relaciones para apoyar el pronóstico requerido.

## Hipótesis de trabajo

Es posible realizar un pronóstico confiable del PIB turístico a partir del pronóstico para el PIB Nacional, el comportamiento de los ciclos económicos y el análisis de los indicadores coincidente y adelantado, publicados por INEGI.

## Objetivo General

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo de pronóstico para el desempeño del sector turístico mexicano, basado en su relación con el PIB Nacional y con los ciclos económicos.

## Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación se plantean cuatro objetivos específicos:

1. Presentar los conceptos básicos sobre turismo y ciclos económicos. Explicar el funcionamiento del Reloj de los ciclos económicos (INEGI) y el origen de sus indicadores.
2. Hacer una breve revisión de algunos métodos estadísticos de pronóstico sobre series de tiempo útiles para pronosticar los resultados del turismo mexicano.
3. Desarrollar un modelo de pronóstico para el PIB Turístico a partir del PIB Nacional, los ciclos económicos y los Indicadores Coincidente y Adelantado.
4. Aplicar el procedimiento mostrado en el tercer capítulo al pronóstico del PIB Turístico en México.

## Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados, en el primer Capítulo I. Ciclos económicos y turismo presentamos los conceptos básicos sobre turismo y ciclos económicos, explicamos el funcionamiento del Reloj de los ciclos económicos (INEGI) y el origen de sus indicadores; dentro del Capítulo II. Análisis de series de tiempo dos hacemos una breve revisión sobre las series de tiempo y algunos métodos estadísticos para su análisis y pronóstico; en el Capítulo III. Desarrollo del modelo tres describimos el desarrollo del modelo de pronóstico sobre el PIB Turístico, basado en su relación con el comportamiento de la economía nacional y los ciclos económicos; en el Capítulo IV. Aplicación del modelo cuatro presentamos el detalle del desarrollo del modelo, esto es, analizamos el comportamiento de los resultados del sector turístico, el PIB Nacional y los ciclos económicos y proponemos un modelo que plasme con suficiente aproximación, la relación existente entre los ciclos económicos, el PIB Nacional y el desempeño del sector turístico en México y que nos permita hacer un pronóstico sobre el comportamiento del sector turismo en períodos futuros; finalmente, presentamos nuestras



### Aportación del trabajo

Como mencionamos antes, ya se han desarrollado estudios para pronosticar el PIB Turístico a partir de los ciclos económicos y se ha analizado la relación existente entre el PIB Turístico y el PIB Nacional; también se han utilizado el filtro de Kalman y el IGAE para ajustar la periodicidad de los datos. La principal aportación de este trabajo es la aplicación combinada de estas herramientas, además del filtro Hodrick-Prescott y otras técnicas de series de tiempo, para conformar una metodología integral que, partiendo de los datos ofrecidos por INEGI, adecúe su periodicidad y genere un pronóstico del PIB Turístico, midiendo la confiabilidad de dicho pronóstico.

## Capítulo I. Ciclos económicos y turismo

### 1.1 Conceptos y definiciones.

Los ciclos económicos son un tipo de fluctuación que se encuentra en la actividad económica agregada de las naciones que organizan su trabajo principalmente en empresas de negocios. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas por desaceleraciones igualmente generales, recesiones y recuperaciones que se funden en la fase de expansión del ciclo siguiente; en la duración, los ciclos económicos varían de más de un año a diez o doce años, y no son divisibles en ciclos más cortos (Burns & Mitchell, 1946).

Un ciclo económico consta de una serie de etapas cíclicas que se denominan fases:

1. Expansión. Cuando el componente cíclico del indicador se encuentra por arriba de su tendencia de largo plazo y está creciendo.
2. Desaceleración. Cuando el componente cíclico del indicador se encuentra por arriba de su tendencia de largo plazo y está decreciendo.
3. Recesión. Cuando el componente cíclico del indicador se encuentra por debajo de su tendencia de largo plazo y está decreciendo.
4. Recuperación. Cuando el componente cíclico del indicador se encuentra por debajo de su tendencia de largo plazo y está creciendo.

Los ciclos son recurrentes pero no periódicos y su duración varía desde más de un año hasta diez o doce años. El seguimiento de éstos permite realizar un diagnóstico de la situación general de la economía y ayuda a la toma de decisiones de política económica y de los distintos actores del país.

En Estados Unidos, es regla general que la Oficina Nacional de Investigación Económica (NBER) sea el árbitro final de las fechas de los picos y valles del ciclo económico. La expansión es el período de un canal a un pico, y una recesión se define como el período de un máximo de un canal. El NBER define una recesión como un descenso significativo de la actividad económica extendido en toda la economía, que dure más que unos pocos meses, normalmente visible en el PIB real, el ingreso real, el empleo y la producción industrial (Business Cycle Dating Committee of the NBER, 2010).

Hablaremos, por otro lado, sobre el turismo. Turismo y turista son dos conceptos estrechamente relacionados entre sí. De acuerdo con la definición del INEGI y la Secretaría de turismo, el turismo engloba los bienes y servicios que demandan los turistas, las unidades de producción (empresas o establecimientos) que los generan y suministran, y el conjunto de unidades institucionales que participan en las transacciones y que se encuentran localizadas en un lugar determinado o en las

denominadas zonas turísticas, ya que en dicha ubicación los oferentes de bienes y servicios mantienen una estrecha relación con los turistas.

Comúnmente se ha entendido por turista a la persona que viaja por distracción, paseo o vacaciones. Sin embargo, desde la óptica de la Cuenta Satélite de Turismo en México (CSTM), el término a emplear es el de visitante, definiendo como tal a toda persona que se desplaza a un sitio diferente de su entorno habitual, con una duración del viaje inferior a doce meses y cuyo propósito no sea desarrollar una actividad que le sea remunerada en el lugar visitado. Otras excepciones son las personas refugiadas y migrantes; diplomáticos, trabajadores fronterizos, estacionales, viajeros laborales, o aquellos cuyo propósito sea cambiar de residencia o búsqueda de trabajo. Cuando el visitante reside y viaja dentro del mismo país, constituye un visitante nacional o interno. En cambio, si una persona viaja a un país diferente de aquél en que tiene su residencia se trata de un visitante internacional.

En la Cuenta Satélite del Turismo de México (CSTM) se consideran visitantes a los residentes en el país que viajan al interior del mismo y a otras naciones, así como los procedentes de otros países que visitan México. Se distinguen dos tipos:

- a. **Visitantes que pernoctan.** Aquellos que al menos permanecen una noche en algún tipo de alojamiento.
- b. **Excursionistas.** Aquellos que salen de su entorno habitual y retornan el mismo día.

De esta forma, el turismo no puede ser definido independientemente de los visitantes y las acciones realizadas por éstos, lo que da pie a abordarlo desde los enfoques de demanda y oferta puesto que representa una función de consumo que está relacionada con la producción de bienes y servicios que satisfacen las necesidades del visitante: la demanda se refiere al consumo de los visitantes, y la oferta a la cuantificación de las actividades que generan los bienes y servicios para satisfacer las necesidades de los visitantes. Este conjunto de unidades productoras cuya actividad consiste en la elaboración de bienes y servicios relacionados con el turismo constituye la industria turística.

El PIB de la industria turística tendrá que medirse a través de la oferta, debido a que esa variable se cuantifica por el Valor Agregado Bruto (VAB) que es generado por las actividades productivas y no por el uso que se hace de la producción. Así, el PIB de la industria turística está integrado por el VAB de las unidades productoras que se clasifican en actividades turísticas.

El VAB se define como el total de la producción valuada a precios básicos, menos el consumo intermedio que se registra a precios de comprador. Se le denomina bruto porque no se le han deducido las asignaciones correspondientes al consumo de capital fijo. El VAB también se obtiene mediante la adición de remuneración de asalariados, impuestos sobre la producción netos de

subsidios y el excedente bruto de operación. A la suma del valor agregado que se genera en todas las actividades económicas durante un ejercicio, se le denomina producto interno bruto.

Ahora, las actividades turísticas tienen que ver con los procesos productivos que realizan los establecimientos homogéneos o empresas que están estrechamente relacionadas con el turismo. Al conjunto de ese tipo de unidades económicas (unidades productoras) se le denomina industria turística, determinándose los indicadores más importantes de la misma y se dividen en comercio, alojamiento, restaurantes y bares, manufacturas (incluyendo producción artesanal), transporte, servicios de esparcimiento (centros nocturnos, exposiciones de pinturas, museos, etcétera) y otros servicios como revelado y servicio de fotografía, alquiler de automóviles, servicios de administración y promoción turística, etcétera. Así, la industria turística se define como el conjunto de unidades productoras cuya actividad consiste en la elaboración de bienes y servicios relacionados con el turismo.

Por otro lado, el término ‘consumo turístico’ refiere el valor monetario de todos los bienes y servicios, característicos y no característicos, que el visitante adquiere antes, durante y después del viaje en el territorio del país que lleva a cabo el estudio del turismo. Por tanto, en esta variable macroeconómica se incluye el gasto en consumo final del visitante, así como el que se efectúa por cuenta de él durante su traslado y estancia en el lugar de destino, quedando entonces aquí registrado el monto que las unidades económicas proporcionan a sus empleados para el desempeño de actividades de trabajo que realizan fuera de su entorno habitual tales como viáticos, pasajes, etcétera. De igual forma, se consideran los gastos de familiares y amigos en favor del visitante. El consumo turístico se clasifica, de acuerdo con la procedencia del agente económico que realiza los gastos, en doméstico, receptivo y egresivo; y, por motivo o propósito del viaje, en negocios, vacaciones y otros motivos.

Otra clasificación del consumo turístico es por finalidad. Este consumo comprende el gasto que realizan los visitantes nacionales e internacionales, estos gastos se clasifican por la función o el propósito que cumplen los bienes o servicios en la satisfacción de las necesidades de quien los adquiere. La función o finalidad refleja la motivación del consumo más que el origen de los productos, así cuando una persona o grupo de ellas llevan a cabo acciones tendientes a disfrutar de su tiempo libre con objeto de vacacionar, atender su salud o negocios, efectúan acciones como son alimentarse, descansar, desplazarse, entretenerse, etcétera.

Existen varias distinciones o tipos de turismo:

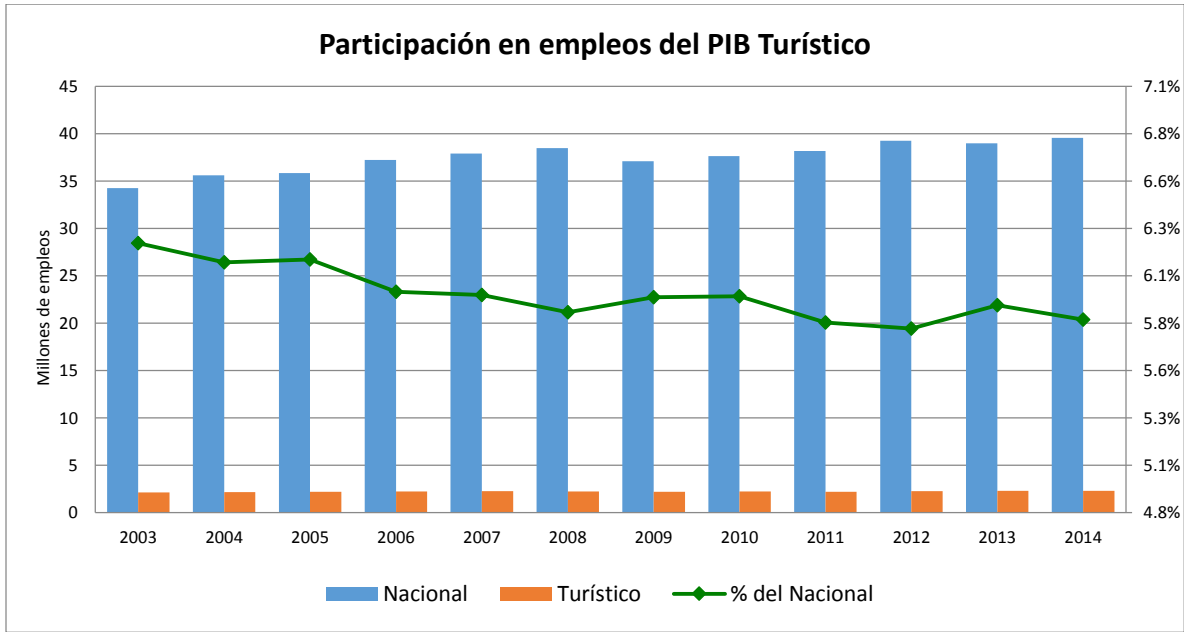
- a. **Turismo Interno o Doméstico.** Visitantes residentes en México que se desplazan fuera de su entorno habitual, pero dentro del país, por un período menor a un año y cuyo propósito principal no sea el percibir una remuneración en el lugar visitado, cambiar de residencia, buscar trabajo, etcétera. Comprende a los residentes del país que se desplazan únicamente al interior de ese mismo país.
- b. **Turismo Receptivo o de Entrada.** Visitantes de otras naciones que se desplazan a México en su calidad de no residentes, por un período menor a un año por cualquier motivo, excepto para obtener una remuneración en el lugar visitado, cambiar de residencia, buscar trabajo, inmigrantes, entre otros.
- c. **Turismo Egresivo o de Salida.** Visitantes residentes que se desplazan a otros países, por un tiempo inferior a doce meses por cualquier motivo, excepto para obtener una remuneración en el lugar de destino, cambiar de residencia, buscar trabajo, etcétera.

Al combinarse los tipos de turismo mencionados, se da origen a otras formas de turismo:

- a. **Interior.** Este concepto comprende el turismo interno y el receptivo, es decir, a los individuos que viajan dentro del país en el que se genera el estudio, sin importar su lugar de residencia.
- b. **Nacional.** Comprende al turismo interno más el egresivo, y se refiere a los residentes del país en el que se realiza la compilación, sin distinguir el destino de su viaje.
- c. **Internacional.** Comprende el turismo que viaja al exterior (egresivo o de salida) y el que procede del extranjero (receptivo o de entrada).

Una variable muy importante a considerar en el impacto del turismo sobre el desarrollo económico de un país es el número de empleos que se generan. El personal ocupado remunerado en las actividades turísticas se define como el número de ocupaciones remuneradas que son necesarias para generar los diferentes bienes y servicios relacionados con el turismo. La ocupación se expresa en términos del promedio anual.

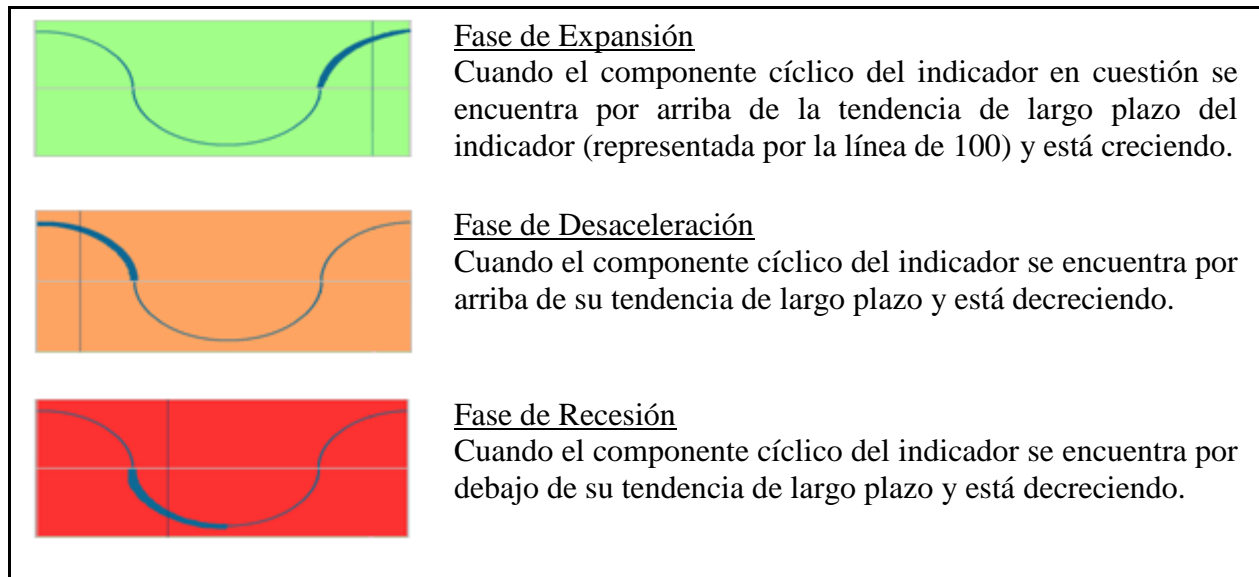
El Cuadro 5 muestra la evolución del número de empleos del sector turístico y nacional, así como el porcentaje sobre el total nacional que corresponde a cada año, durante el periodo 2003-2014. Podemos observar que en promedio el sector turístico comprende el 6% del total de puestos remunerados del país.

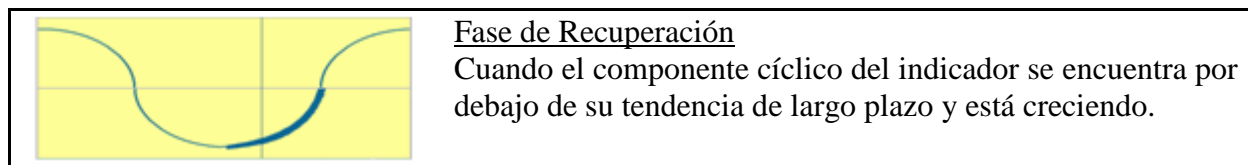


Cuadro 5. Número de empleos del sector turístico y del nivel nacional. Elaboración propia con información del INEGI

## 1.2 Descripción y uso del reloj INEGI

En México, el INEGI ofrece mediante el Reloj de los Ciclos Económicos una herramienta que apoya al análisis de los ciclos del país; dicha herramienta muestra la interacción de indicadores económicos seleccionados por su relevancia en la identificación de los puntos de giro del ciclo (de recesión a recuperación o de expansión a desaceleración). Este reloj muestra las cuatro fases de un ciclo económico de la forma siguiente:





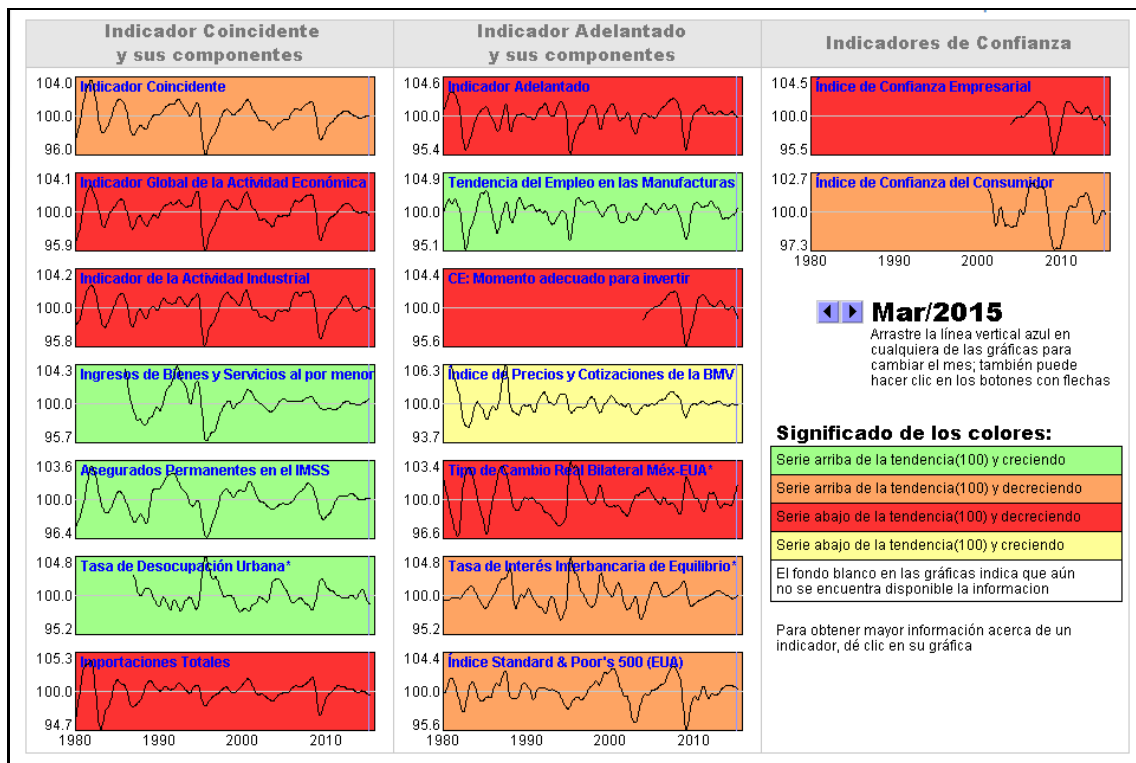
Cuadro 6. Significado de los colores en las gráficas. Fuente: Reloj de los ciclos económicos de México.  
[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj\\_cicloeco/default.aspx](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj_cicloeco/default.aspx)

El Reloj de los Ciclos Económicos del INEGI muestra el ciclo de crecimiento de los indicadores económicos y sus componentes, el cual se calcula con base en la desviación respecto a su tendencia de largo plazo, representada por una línea horizontal igual a 100. Estos indicadores se conocen como coincidentes o adelantados, los indicadores coincidentes reflejan el comportamiento del ciclo económico mostrando coincidencia en sus puntos de giro, mientras que los indicadores adelantados tienden a adelantarse a dichos puntos. Los indicadores mencionados conforman el Sistema de Indicadores Cíclicos, el cual se basa en la metodología utilizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para obtener los ciclos de cada componente mediante la aplicación del filtro Hodrick-Prescott, utilizando para ello series desestacionalizadas corregidas por observaciones atípicas.

Las variables que componen el Indicador Coincidente son: el indicador global de la actividad económica, el indicador de la actividad industrial, el índice de ingresos por suministro de bienes y servicios al por menor, el número de asegurados permanentes en el IMSS, la tasa de desocupación urbana y las importaciones totales. El Indicador Adelantado, por su parte, está compuesto por la tendencia del empleo en las manufacturas; el indicador de confianza empresarial, momento adecuado para invertir; el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores en términos reales; el tipo de cambio real bilateral México-EUA; la tasa de interés interbancaria de equilibrio; y el índice Standard & Poor's 500 (índice bursátil de Estados Unidos).

Es importante aclarar que los indicadores de confianza del productor y del consumidor no forman parte de los indicadores compuestos debido a la aún corta longitud de sus series; sin embargo, por sus características peculiares se incluyen en el reloj.

En el Cuadro 7 se muestra el detalle de los componentes del SIC tal como se presentan al entrar al Reloj de ciclos económicos del INEGI. Notamos que a cada componente se le asigna el color que le corresponde de acuerdo con la fase del ciclo económico en que se encuentre durante el periodo consultado; en este caso, si consultamos el estado del SIC y sus componente para marzo de 2015, el Indicador Coincidente se encontrará en fase de desaceleración, mientras que el Indicador Adelantado marcará una fase de recesión.



Cuadro 7. Series de los componentes cíclicos. Fuente: Reloj de los ciclos económicos de México.  
[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj\\_cicloseco/Tablero.aspx](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/reloj_cicloseco/Tablero.aspx)

Cabe mencionar que para el desarrollo del Reloj de Ciclos Económicos de México se tomó como base el original "Business Cycle Tracer" realizado por el Buró Central de Estadísticas de los Países Bajos.

Ahora bien, el comportamiento típico del componente cíclico de un indicador sobre los cuatro cuadrantes del reloj es el de un movimiento en dirección contraria a las manecillas del reloj: cuando el valor del componente cíclico se acerca y cruza el eje vertical marca un posible pico (si el cruce ocurre en los cuadrantes superiores) o un posible valle (si el cruce ocurre en los cuadrantes inferiores). Sin embargo, para que se detecte un punto de giro (pico o valle) ya sea en los indicadores compuestos o en las variables que los conforman, es necesario que entre uno y otro exista por lo menos un periodo de nueve meses de separación:

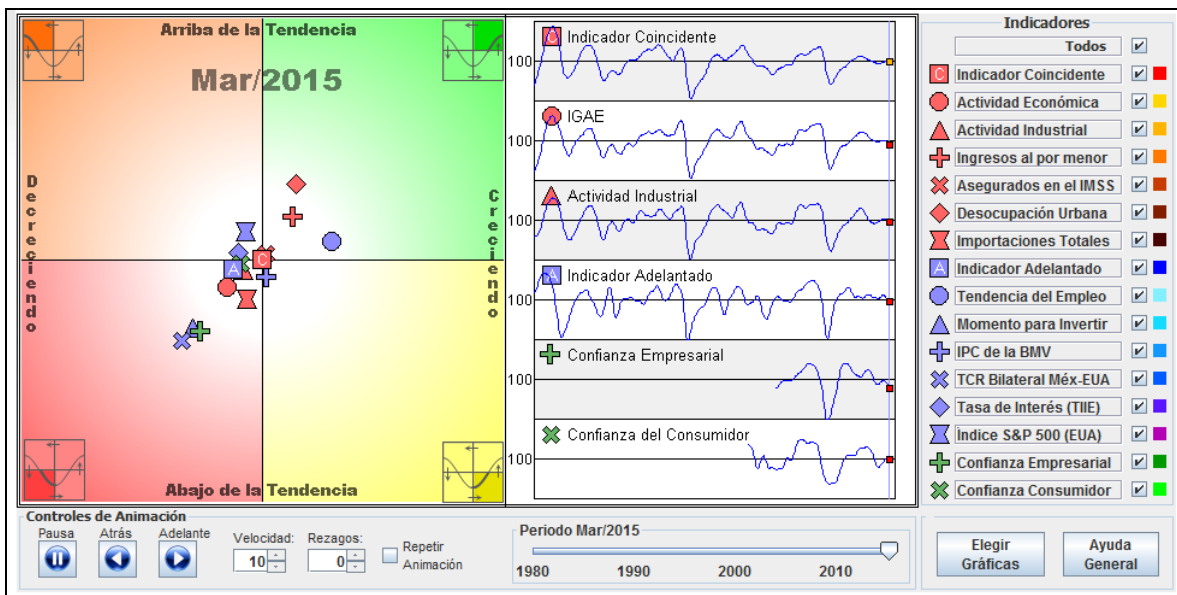
- Para determinar si la actividad económica entra o se encuentra en recesión, se debe cumplir que el Indicador Coincidente se ubique en la etapa recesiva y que se haya registrado así por lo menos nueve meses desde que inició la desaceleración. Si esta condición no se presenta, no se podrá afirmar que se ha detectado un punto de giro en el ciclo económico.



- b) Lo mismo ocurre para establecer si la actividad económica entra o se encuentra en expansión: para ello es indispensable considerar si el Indicador Coincidente se localiza en la etapa de expansión y si se ha registrado así al menos nueve meses desde que inició la etapa de recuperación. Si esta condición no se presenta, no se podrá afirmar que se ha detectado un punto de giro en el ciclo económico.

El Cuadro 8 es un esquema del Reloj de ciclos económicos del INEGI, cuya estructura es la siguiente:

- Del lado izquierdo se encuentra el Reloj, donde se concentran los componentes del SIC de acuerdo con la fase del ciclo económico que les corresponde.
- En el centro se muestra el componente cíclico de cada una de las series que componen el SIC, además de un puntero que indica cada fase del ciclo económico. Este puntero es equivalente al detalle que se muestra en el Cuadro 7.
- En la derecha se encuentra la lista de los componentes del SIC, los cuales forman parte del control del Reloj.
- Finalmente, en la parte inferior se localiza el resto de los controles del Reloj.



Cuadro 8. Reloj de los ciclos económicos de México (INEGI)

## ¿Cómo usar el reloj de ciclos económicos?

1. Seleccione en el listado de indicadores en la parte derecha de la pantalla, aquéllos que desee visualizar en los cuadrantes del reloj. Mientras los puntos se van moviendo en el reloj, en las gráficas es posible ver en qué punto del ciclo de crecimiento se encuentran dichos indicadores económicos. Se pueden observar seis gráficas al mismo tiempo; sin embargo, mediante el botón “Configurar” es posible seleccionar las gráficas que se deseen observar.
2. Es posible modificar el número de rezagos que quiera observar en los componentes cíclicos de los indicadores. Se puede definir el mes de inicio del periodo de análisis en la parte inferior del reloj o arrastrando el apuntador que está debajo de las gráficas de los componentes cíclicos o moviendo la línea vertical azul que cruza las gráficas.
3. Para comenzar el movimiento del reloj se dispone de controles de animación: "adelante", "atrás", "pausa", "repetir animación", "velocidad" y "rezagos".

### 1.3 El Sistema de Indicadores Cíclicos

El Sistema de Indicadores Cíclicos está conformado por dos Indicadores compuestos:

1. Indicador Coincidente, que refleja el estado general de la economía.
2. Indicador Adelantado, que busca señalar anticipadamente la trayectoria del Indicador Coincidente, específicamente picos y valles, con base en la información disponible en una fecha determinada.

Para definir los componentes de los indicadores mencionados se requiere analizar gran cantidad de series correspondientes a los distintos sectores de la actividad económica, lo que permite cubrir a los distintos sectores de la economía. Los componentes deben tener relevancia económica, frecuencia mensual, ser oportunos y de longitud considerable para dar cuenta de la evolución de los ciclos económicos.

En la selección de componentes y en la construcción de Indicadores compuestos se utilizan series de tiempo desestacionalizadas y corregidas por valores atípicos. Aquellos componentes que presenten un comportamiento contrario al de la actividad económica (Tasa de Desocupación Urbana, el Tipo de Cambio Real Bilateral México-EUA y la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio) se consideran de forma inversa.

Para definir los componentes del Indicador Coincidente se seleccionó una serie de referencia, en este caso el Indicador Global de la Actividad Económica. A partir de esta variable, que representa una medida aproximada del comportamiento cíclico de la economía agregada, se seleccionan las

variables cuyos picos o valles coincidan con los de la serie de referencia; de este modo, las variables seleccionadas aluden a la producción, el mercado laboral, el consumo interno y el sector externo:

1. **Indicador Global de la Actividad Económica.** Este indicador muestra la evolución mensual de la actividad económica del país con una oportunidad prevista entre 55 y 57 días después de concluido el mes de referencia. En su construcción se utiliza el mismo esquema conceptual y metodológico de la contabilidad nacional que sigue el cálculo del Producto Interno Bruto (PIB) trimestral; se emplea, además, la clasificación por actividades económicas y fuentes básicas de información que cuentan con oportunidad mensual.

Los resultados del IGAE pueden diferir de los del PIB trimestral debido a que no incluye a todas las actividades económicas cubiertas por éste, además de que incorpora información muy preliminar sujeta a revisión por parte de las empresas y organismos públicos y privados.

2. **Indicador de la Actividad Industrial.** Refleja el volumen físico de producción de las actividades industriales: Minería; Electricidad, Agua y suministro de Gas por ductos al consumidor final; Construcción, e Industrias Manufactureras.
3. **Índice de Ingresos por Suministro de Bienes y Servicios al por Menor.** Se refiere al monto que obtuvo la empresa de comercio al por menor derivado de todas las actividades de producción, comercialización o prestación de servicios que realizó en el mes de referencia.
4. **Número de Asegurados Permanentes en el IMSS.** Son las personas del ámbito urbano y del campo de contratación permanente que prestan a los patrones un trabajo personal subordinado y que están inscritos en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); incluye a los asegurados no trabajadores (seguro facultativo, seguro de salud para la familia y continuaciones voluntarias).
5. **Tasa de Desocupación Urbana.** Porcentaje de la población económicamente activa que se encuentra sin trabajar, pero que está buscando trabajo; comprende a todas las personas de 15 años o más que, en la semana de referencia de la encuesta, se encontraban sin empleo asalariado o por su cuenta (menos de 1 hora a la semana), disponibles a aceptar empleo y que realizaron acciones concretas de búsqueda de trabajo en las ocho semanas anteriores al periodo de referencia, es decir, contestaron avisos de periódicos o de recomendaciones familiares, e intentaron ejercer alguna ocupación por su cuenta.
6. **Importaciones Totales.** Es el total de mercancías expresadas en dólares que entran al territorio nacional de forma definitiva o temporal, mediante un pedimento aduanero y cumpliendo con las disposiciones de la Ley y Normatividad Aduanera vigentes. Las cifras de importaciones incluyen las mercancías que se utilizan o consumen en el país y las destinadas a las áreas territoriales conocidas como franjas fronterizas y zonas libres.

En cuanto a los componentes del Indicador Adelantado, se utiliza como serie de referencia al Indicador Coincidente y se seleccionan las variables que anticipan sus picos o valles, las cuales aluden al mercado laboral y a los sectores externo y financiero, este último tanto de México como de Estados Unidos:

1. Tendencia del Empleo en las Manufacturas. Se construye a partir de los resultados de la Encuesta Mensual de Coyuntura, Inventarios, Empleo y Días Laborados en el Sector Manufacturero del Banco de México. La pregunta que se considera es: ¿En relación al mes anterior, el número de trabajadores: aumentó, permaneció igual o disminuyó? La serie se calcula como la diferencia entre el porcentaje de los que opinaron que el número de trabajadores aumentó y el porcentaje de los que opinaron que el número de trabajadores disminuyó.
2. Indicador de Confianza Empresarial, Momento Adecuado para Invertir. Momento adecuado para invertir es uno de los cinco componentes del Indicador de confianza empresarial, cuyo propósito es medir las opiniones de los directivos empresariales en cuanto a la situación económica que se presenta tanto en el país como en su empresa. La pregunta que se considera es: Comparando la situación actual del país y de su empresa con la de hace un año ¿Cree que éste es el momento adecuado para que se realicen inversiones? Las posibles respuestas son: Sí, No y No sabe, a partir de las cuales se construye un indicador ponderado que fluctúa entre 0 y 100 puntos. A medida que el optimismo se generaliza entre los informantes, el valor del indicador se hace mayor; por el contrario, a medida que el porcentaje de informantes con opiniones pesimistas se incrementa, el valor del indicador disminuirá.
3. Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores en términos reales. Este es un indicador de la evolución del mercado accionario en su conjunto. Se calcula en función de las variaciones de precios de una selección de acciones, llamada muestra balanceada ponderada y representativa de todas las acciones cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores. Este indicador es deflactado por el Índice Nacional de Precios al Consumidor para obtenerlo en términos reales.
4. Tipo de Cambio Real Bilateral México-EUA. Este índice combina la evolución del Tipo de Cambio Nominal con la diferencia entre la inflación interna (de México) y externa (de EUA). Así, el Tipo de Cambio Real Bilateral está definido por el cociente del Índice de Precios al Consumidor de EUA y el Índice de Precios al Consumidor de México. Actualmente se expresa en pesos, a precios de 1990.
5. Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio. Es una tasa representativa de las operaciones de crédito entre bancos. La TIIE es calculada diariamente (plazo de 28 días) por el Banco de México con base en cotizaciones presentadas por las instituciones de banca múltiple.

Para los bancos cuya captación es insuficiente para financiar sus créditos, la TIIIE representa la tasa a la cual pueden pedir prestado el faltante en el mercado interbancario. Para los bancos cuya captación de depósito excede a su cartera de crédito, la TIIIE representa la tasa de interés a la cual pueden prestar sus excedentes en el mercado interbancario (costo de oportunidad). En ambos casos, la TIIIE significa el costo de los recursos para otorgar créditos.

6. Índice Standard & Poor's 500 (Índice Bursátil de Estados Unidos). Indicador del mercado de valores de los Estados Unidos de América, el cual incluye 500 compañías líderes en las principales industrias de la economía de los Estados Unidos. El índice S&P 500 se centra en el segmento de gran capitalización del mercado, y tiene una cobertura aproximada del 75% de las acciones de Estados Unidos.

Una vez definidos los componentes de los Indicadores Coincidente y Adelantado, éstos se actualizan de forma mensual y se evalúan regularmente para garantizar su consistencia.

#### 1.4 Metodología de los ciclos económicos en México

Como mencionamos con anterioridad, El Reloj de los Ciclos Económicos INEGI muestra las cuatro fases de un ciclo económico a través del Sistema de Indicadores Cíclicos. Uno de ellos refleja el estado general de la economía (Indicador Coincidente), mientras que el otro busca señalar anticipadamente la trayectoria del Indicador Coincidente con base en la información disponible en una fecha determinada (Indicador Adelantado).

Los Indicadores cíclicos se construyen bajo dos enfoques empleados comúnmente en la literatura económica: el enfoque del ciclo de crecimiento y el enfoque del ciclo de negocios o clásico. La Metodología para la construcción del sistema de indicadores cíclicos que se describe a continuación es la que siguen en nuestra fuente de información (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015).

El enfoque de ciclo de crecimiento identifica a los ciclos económicos como las desviaciones de la economía respecto a su tendencia de largo plazo. Por tanto, el componente cíclico de cada Indicador compuesto y de las variables que lo conforman se obtiene como la desviación de su respectiva tendencia de largo plazo. Estas desviaciones se denominan ciclos de crecimiento. Los indicadores bajo este enfoque se generan con una metodología compatible con la utilizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Por otro lado, el enfoque del ciclo de negocios o clásico, se compone de expansiones y contracciones en la economía, expresadas como fluctuaciones en el nivel de la serie. Los componentes de los Indicadores Coincidente y Adelantado son los mismos en ambos enfoques.

El Filtro Hodrick-Prescott se aplica dos veces: primero para calcular la tendencia de largo plazo y así poder obtener el componente cíclico al comparar la serie desestacionalizada respecto a su tendencia; y posteriormente para eliminar la variabilidad de corto plazo en el componente cíclico obtenido previamente.

Una vez que se cuenta con los ciclos suavizados de los componentes, éstos se estandarizan con la finalidad de igualar la volatilidad entre los componentes, ya que algunos componentes pueden mostrar más volatilidad que otros; finalmente, se obtiene el indicador cíclico correspondiente mediante el promedio de los cambios mensuales de sus componentes.

#### 1.4.1 Cálculo del Indicador Compuesto bajo el enfoque del ciclo de crecimiento

Sea  $N$  el número de componentes del Indicador compuesto;  $X_1, X_2, \dots, X_N$  las series que lo componen y  $n$  el número de meses del periodo en estudio, entonces los pasos para la construcción del Indicador cíclico son los siguientes:

1. Extracción del componente cíclico ( $\{C_k\}, k = 1, 2, \dots, N$ ). Para extraer el componente cíclico, primero se identifica si la serie es multiplicativa o aditiva. Si la serie es multiplicativa se trabaja con su transformación logarítmica; de lo contrario se trabaja con la serie  $\{X_k\}$ .

$$Y_{tk} = \begin{cases} \log(X_{tk}) & \text{si } \{X_k\} \text{ es multiplicativa} \\ X_{tk} & \text{si } \{X_k\} \text{ es aditiva} \end{cases}$$

El componente cíclico se obtiene en dos etapas: en la primera, utilizando el filtro de Hodrick- Prescott con frecuencia de 120, la serie  $\{Y_k\}$  se descompone en tendencia y ciclo; en la segunda, aplicando el filtro de Hodrick-Prescott con frecuencia de 12, se suaviza el ciclo resultante en la etapa anterior.

2. Estandarización del componente cíclico. Las series componentes son expresadas en diferentes unidades de medición y tienen diferente variabilidad, por lo que para la agregación es necesaria la estandarización. Este procedimiento iguala la volatilidad de cada componente en el indicador compuesto. La estandarización se consigue restando de cada dato la media de la serie  $\{C_k\}$  y dividiéndola por la media de las desviaciones absolutas; por último, se le agrega 100 a cada dato estandarizado, es decir:

$$Z_{tk} = \frac{C_{tk} - \bar{C}_k}{|\{C_k\} - \bar{C}_k|} + 100, \quad t = 1, \dots, n$$

3. Agregación de los componentes cíclicos. La agregación se realiza calculando las tasas de crecimiento promedio entre dos periodos consecutivos a través de las series componentes estandarizadas, esto es:

$$I_t = \frac{\sum_{k=1}^N Z_{tk} \delta_{t-1,k}}{\sum_{k=1}^N Z_{t-1,k} \delta_{t-1,k}} I_{t-1}, \quad t = 2, \dots, n$$

Condicionando a que el valor inicial sea igual a 100, es decir,  $I_1 = 100$ , donde  $\delta_{tk}$  es una variable indicadora que vale uno si la variable  $Z_{tk}$  está disponible y cero de otro modo.

4. Estandarización del Indicador agregado. Con el fin de que el Indicador final fluctúe alrededor de 100, es necesario estandarizar al Indicador agregado; es decir, a cada dato del Indicador agregado se le resta su media y se divide por la media de sus desviaciones absolutas. Por último se le agrega 100 a cada valor estandarizado, es decir:

$$IC_t = \frac{I_t - \bar{I}}{|\bar{I}|} + 100, \quad t = 1, \dots, n$$

En el cálculo de los puntos de giro de los indicadores compuestos se utiliza el algoritmo Bry-Boschan, el cual suaviza iterativamente la serie de entrada, para de esta forma identificar los picos y los valles tentativos. Posteriormente, verifica las restricciones impuestas respecto a la longitud mínima entre dos puntos de giro y a la duración mínima de ciclo. Al final del proceso, busca los picos y los valles en la serie inicial y selecciona los que se ubican en la vecindad de los picos y los valles que se encontraron en la etapa anterior.

En el caso de los indicadores del ciclo de crecimiento se usa el procedimiento de Bry-Boschan simplificado, debido a que al aplicar el doble filtro Hodrick-Prescott se tienen ciclos muy suaves, los cuales no requieren del proceso de suavizamiento; es suficiente localizar secuencialmente los picos y valles de la serie, respetando las restricciones impuestas respecto a la longitud entre dos puntos de giro y de los ciclos.

De esta forma, cualquier mes cuyo valor del indicador en cuestión es superior al de los ocho meses anteriores y los ocho meses posteriores, se considera como la fecha de un pico tentativo; análogamente, el mes cuyo valor es inferior al de los ocho valores de cada lado se distingue como la fecha de un valle tentativo. Por último, para considerar un punto de giro tentativo como un punto de giro final se verifica el cumplimiento estricto de las características siguientes:

- La longitud entre dos puntos de giro debe medir por lo menos 9 meses.

- La longitud de los ciclos económicos debe medir al menos 21 meses.
- En el caso de que el pico o el valle se mantenga durante varios meses, se selecciona el último mes.
- En el caso de que se identifiquen dos o más valles (picos) se selecciona el de valor más bajo (alto).
- Los picos y los valles deben alternarse.

Los puntos de giro de los ciclos suavizados que cumplan con todos los criterios anteriores, serán los puntos de giro finales.

#### 1.4.2 Cálculo del Indicador Compuesto bajo el enfoque del ciclo de negocios o clásico

Sea  $N$  el número de componentes del Indicador compuesto;  $X_1, X_2, \dots, X_N$  las series que lo componen y  $n$  el número de meses del periodo en estudio, entonces los pasos para la construcción del Indicador son los siguientes:

1. Cálculo de los cambios mes a mes. Los cambios mes a mes  $s_{i,t}$ , se estiman para cada uno de los componentes con  $i = 1, \dots, N$ . Si el componente es un porcentaje o una tasa de interés, se obtiene una diferencia simple  $s_{i,t} = x_{i,t} - x_{i,t-1}$ . En otro caso, se calculan cambios porcentuales simétricos

$$s_{i,t} = 200 * \frac{(x_{i,t} - x_{i,t-1})}{(x_{i,t} + x_{i,t-1})}$$

Para las series que presentan un movimiento cíclico contrario al de la actividad económica, se calcula el cambio porcentual simétrico y se invierte:

$$s_{i,t} = -200 * \frac{(x_{i,t} - x_{i,t-1})}{(x_{i,t} + x_{i,t-1})}$$

De este paso se obtienen  $N$  nuevas series  $s_1, s_2, \dots, s_N$ .

2. Cálculo de los factores de estandarización. Después de obtener las series de los cambios mes a mes de cada componente, se calcula el factor de estandarización para cada uno de ellos. El factor de estandarización para las  $s_i$  series es igual al recíproco del promedio de valores absolutos de los cambios mes a mes de cada serie.

$$w_i = \frac{1}{\sum_{t=2}^n \frac{|s_{i,t}|}{n-1}}$$



Así se obtienen  $N$  escalares  $w_1, w_2, \dots, w_N$ .

3. Estandarización de los cambios mes a mes. El siguiente paso consiste en multiplicar las  $N$  series de los cambios mes a mes  $s_1, s_2, \dots, s_N$  por su correspondiente factor  $w_1, w_2, \dots, w_N$  para obtener  $N$  series de los cambios ponderados mes a mes.

$$S_i = w_i * s_i$$

4. Suma de los cambios ponderados mes a mes. Se suman las  $N$  series,  $S_i = w_i * s_i, i = 1, \dots, N$  para cada mes, para obtener un indicador agregado a partir de la suma de los cambios mensuales estandarizados.

$$r' = \sum_{i=1}^N (w_i * s_i) = \sum_{i=1}^N S_i \quad i = 1, \dots, N$$

5. Promediando. Se divide cada dato mensual de la serie anterior entre el número de componentes  $N_t$  disponibles en el mes  $t$ .

$$r' = \frac{r'_t}{N_t} = \frac{\sum_{i=1}^N S_{i,t}}{N_t}$$

6. Estandarización del Índice. La serie  $r'_t$  se estandariza y se ajusta para que su tendencia sea comparable con la del Indicador de la Actividad Económica Mensual.

$$R'_t = \frac{1}{A} * r'_t + (G - T)$$

Donde  $G$  es la Tasa de Crecimiento promedio mensual del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE) y  $T$  es la Tasa de Crecimiento promedio mensual del Indicador compuesto.

Tasa de Crecimiento promedio mensual del IGAE. Se calcula la tasa de crecimiento promedio anual  $G_a$  de la forma:

$$G_a = \left\{ \left( \frac{P_j}{P_i} \right)^{\left( \frac{1}{m} \right)} - 1 \right\} * 100$$

Donde

- $P_j$  Promedio del IGAE en el año  $j$
- $P_i$  Promedio del IGAE en el año  $i$
- $m$  Número de años en el periodo

Posteriormente, se obtiene la tasa de crecimiento promedio mensual  $G$ :

$$G = \left\{ \left( 1 + \frac{G_a}{100} \right)^{\left(\frac{1}{12}\right)} - 1 \right\} * 100$$

Tasa de crecimiento promedio mensual del Indicador Compuesto. Se calcula la tasa de crecimiento promedio anual  $T_a$ :

$$T_a = \left\{ \left( \frac{C_j}{C_i} \right)^{\left(\frac{1}{m}\right)} - 1 \right\} * 100$$

Donde

$C_j$  Promedio del Indicador Compuesto en el año  $j$

$C_i$  Promedio del Indicador Compuesto en el año  $i$

$m$  Número de años en el periodo

Posteriormente, se obtiene la tasa de crecimiento promedio mensual  $T$ :

$$T = \left\{ \left( 1 + \frac{T_a}{100} \right)^{\left(\frac{1}{12}\right)} - 1 \right\} * 100$$

7. Ajuste de amplitud. El indicador ajustado por amplitud que llamaremos  $R$ , se calcula multiplicando la serie  $R'_t$  por una constante  $K$ .

$$R = R'_t * K$$

Donde

$$K = e^{\left[ \frac{\{\ln(P_j) - \ln(P_i)\}}{m} \right]}$$

Con

$P_j$  Promedio del IGAE en el año  $j$

$P_i$  Promedio del IGAE en el año  $i$

$m$  Número de meses entre los años  $j$  e  $i$

8. Cálculo del Índice. El índice  $Y'_t$  se calcula con un valor inicial  $Y'_1 = 100$  y para el resto de los meses de la siguiente forma:

$$Y'_t = Y'_{t-1} * \frac{200 + R_t}{200 - R_t}$$

9. Rebasificación del Índice. El indicador anterior se convierte en un índice con año base  $z$ .

$$Y_t = \frac{Y'_t}{\left(\frac{\sum_1^{12} Y'_{i,z}}{12}\right)} * 100$$

10. Suavizamiento del Índice. Finalmente, el indicador con año base z se suaviza al aplicar un filtro Hodrick-Prescott con parámetro de 12 meses.

Para obtener los puntos de giro de los Indicadores del ciclo de negocios o clásico se aplica el mismo procedimiento que el descrito en los indicadores del ciclo de crecimiento, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- La longitud entre dos puntos de giro debe medir por lo menos 5 meses.
- La longitud de los ciclos económicos debe medir al menos 15 meses.
- En el caso de que el pico o el valle se mantenga durante varios meses, se selecciona el último mes.
- En el caso de que se identifiquen dos o más valles (picos) se selecciona el de valor más bajo (alto).
- Los picos y los valles deben alternarse.

Adicionalmente, debe considerarse que los indicadores compuestos están sujetos a cambios en la medida en que se actualice la información utilizada, debido a las revisiones en la información básica, a que se parte de series desestacionalizadas para su cálculo y a los filtros que se utilizan.

## Capítulo II. Análisis de series de tiempo

### 2.1 Conceptos básicos sobre series de tiempo

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones referidas a una magnitud y ordenadas en el tiempo. Sea  $X_t$  la magnitud bajo estudio en el instante del tiempo  $t$  y sea  $x_t$  el valor de la magnitud  $X$  en el instante del tiempo  $t$ . Entonces, el conjunto  $\{x_t\}_{t=1, \dots, T}$ :  $\{x_1, \dots, x_T\}$  es una serie de tiempo.

El término serie de tiempo se refiere a un conjunto de valores observados durante una serie de períodos regulares, tales períodos pueden ser semanales, mensuales, trimestrales o anuales.

Las series de tiempo pueden analizarse con diferentes fines:

1. Fin descriptivo, si solo se busca describir un comportamiento histórico.
2. Fin explicativo, cuando se intenta probar la existencia de relaciones dinámicas causa-efecto entre variables, mediante pruebas estadísticas.
3. Fin predictivo, cuando se requiere reducir el grado de incertidumbre sobre el futuro a partir del conocimiento del pasado.

El principal objetivo de las series de tiempo es hacer proyecciones o pronósticos (fin predictivo) sobre una actividad futura, suponiendo estables las condiciones y variaciones registradas hasta la fecha, lo cual permite planear y tomar decisiones a corto o largo plazo. Después, con base en esa situación ideal, que supone que los factores que influyeron en la serie en el pasado lo continuarán haciendo en el futuro, se analizan las tendencias pasadas y el comportamiento de las actividades bajo la influencia de ellas; por ejemplo, en la proyección de ventas de un producto o de un servicio de una empresa se calculan los posibles precios, la reacción del consumidor, la influencia de la competencia, etcétera.

El método clásico del análisis de series de tiempo considera cuatro componentes para los datos históricos:

1. Tendencia ( $T$ )
2. Componente cíclico ( $C$ )
3. Variaciones estacionales ( $E$ )
4. Variaciones irregulares ( $\epsilon$ )

La tendencia ( $T$ ), son movimientos o variaciones continuas de la variable de modo uniforme y suave, por encima o por debajo, que se observan en el largo plazo durante un período de longitud

prolongada. Representan el comportamiento predominante o dirección general de la serie de tiempo como ascendente o descendente. La gráfica de la tendencia suele ser una curva suave y aun una línea recta que muestra la tendencia de las variaciones; es decir, este componente representa la conducta a largo plazo de la serie y trata de reflejar hacia dónde tiende la serie.

El componente cíclico ( $C$ ) se refiere a variaciones hacia arriba y hacia abajo de la tendencia, que se presentan cada cierto número de intervalos, en forma periódica de manera ondular a modo de oscilaciones más o menos regulares durante un período relativamente prolongado, que por lo general abarca tres o más años de duración. Una tendencia no lineal y una variación cíclica pueden llegar a ser indistinguibles, especialmente si la longitud de la serie es reducida, por lo que en ocasiones se habla del componente tendencia-ciclo.

Es importante anotar que los componentes de tendencia y cíclico se aplican solo a datos anuales. Concretamente, el componente cíclico puede identificarse como el que persistiría en los datos luego de eliminada la influencia del componente de tendencia. Esta eliminación se realiza dividiendo cada uno de los valores observados entre su valor de tendencia correspondiente.

Las variaciones estacionales ( $E$ ) representan los movimientos periódicos que se producen en forma similar cada año por la misma época, en correlación con los meses o con las estaciones del año y aún con determinadas fechas. Si los sucesos no se repiten anualmente, los datos deben recolectarse trimestral, mensual o incluso semanalmente. Ejemplos de movimientos estacionales son la variación de precios de ciertos productos, las ventas de juguetes o de útiles escolares, etcétera.

Las variaciones irregulares ( $\epsilon$ ) son aquellas variaciones producidas por sucesos de ocurrencia imprevisible o accidental que producen movimientos sin un patrón discernible; así por ejemplo, las exportaciones de una empresa pueden ser afectadas por sucesos inusuales no previsibles tales como huelgas, guerras, terremotos, inundaciones, etcétera. Estas variaciones irregulares son de corta duración y de magnitud muy variable y explican la variabilidad aleatoria de la serie. Existen dos tipos de variaciones irregulares:

- 1) Aquellas provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos.
- 2) Aquellas cuyas causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga.

La evolución conjunta e interacción de esos cuatro componentes da lugar a los valores de la serie de tiempo, es decir,  $X_t = f(T_t, C_t, E_t, \epsilon_t)$ . En general, para el análisis de series de tiempo se cuenta con tres modelos:

- A. Modelo multiplicativo (clásico). Los componentes tienen una relación multiplicativa, es decir, para cualquier período designado en la serie de tiempo, el valor de la variable está determinado por los cuatro componentes en la forma  $X = T \cdot C \cdot E \cdot \varepsilon$ . En este modelo la magnitud de las variaciones de un componente depende de la magnitud de los demás componentes.
- B. Modelo aditivo. Para cualquier período designado en la serie de tiempo, el valor de la variable está determinado por los cuatro componentes en la forma  $X = T + C + E + \varepsilon$ . En este modelo se presupone que las magnitudes de cada componente son independientes, por lo que la tendencia no determina la magnitud de la variación estacional ni del componente irregular.
- C. Modelo mixto. El valor de la variable está determinado de la forma  $X = T \cdot C \cdot E + \varepsilon$ . Este modelo es resultado de la dificultad para admitir la interrelación entre las variaciones irregulares y los demás componentes de la serie, desechando el modelo multiplicativo y adoptando éste, al que suele también llamársele multiplicativo.

En el modelo multiplicativo las variaciones se expresan en términos relativos o porcentuales de la tendencia, en tanto que en el modelo aditivo las variaciones se expresan como residuos en las mismas unidades originales. El modelo multiplicativo es más utilizado que el aditivo, sin embargo, el criterio fundamental que se debe seguir en el caso de una situación dada es emplear el modelo que mejor se ajuste a los datos.

Generalmente se considera que la tendencia, el componente cíclico y la variación estacional son deterministas, aunque también se han desarrollado procedimientos analíticos que admiten un comportamiento aleatorio de dichos componentes. La variación irregular es, por su propia naturaleza, aleatoria, aunque también es posible que encontrar una explicación a determinadas observaciones anómalas y recogerlas a través de modelos determinísticos. Es así como los modelos estadísticos para el análisis de series de tiempo ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia a modelar el componente impredecible.

Existen diferentes enfoques para el análisis de series de tiempo. El enfoque clásico supone que la variación irregular es una desviación respecto a una pauta sistemática, de modo que cada una de estas variaciones es errática y no repercute en los valores futuros de la variable. Por tanto, el objetivo es capturar la tendencia, calcular los coeficientes de variación estacional y detectar el período de la variación cíclica desde una perspectiva completamente determinística, basada en la eliminación del ruido a través de procedimientos como el cálculo e medias móviles.

En cambio, en el enfoque moderado la componente estocástica es el centro del análisis, mientras que los elementos determinísticos se eliminan mediante filtros adecuados. Aquí el objetivo es detectar la estructura de dependencia temporal en la componente estocástica de la magnitud estudiada en diferentes instantes de tiempo. Se considera que las desviaciones con respecto a la parte sistemática pueden contar para el valor futuro de la variable.

Finalmente, en la aproximación estructural se admite que cada componente es de naturaleza estocástica y se modela cada uno de ellos explícitamente con el fin de mostrar la evolución de las características más interesantes de la serie a lo largo del tiempo.

## 2.2 Métodos clásicos de suavizamiento (alisado) y pronóstico

Bajo el enfoque clásico se supone que la variación irregular no repercute en los valores futuros que la variable tomará en el largo plazo. En el caso que la predicción a corto plazo pueden emplearse métodos de suavizamiento o alisado basados en evaluaciones de los componentes que se van actualizando con la información disponible. Los procedimientos de alisado se crean generalmente a partir de promedios de las observaciones registradas más recientes. Para este tipo de predicción pueden considerarse tres tipos de alisado: métodos ingenuos, métodos de cálculo de promedios y métodos de alisado exponencial.

Los métodos que vamos a exponer parten de la siguiente definición: Sea  $\{X_t\}$  un proceso estocástico. La predicción del proceso para el momento  $t + h$ , con la información disponible hasta el momento  $t$ , se define como  $X_t^{t+h}$ ,  $h = 1, 2, \dots$

### 2.2.1 Métodos ingenuos

Los métodos *naive* o ingenuos son métodos muy simples que parten de la hipótesis de que la serie oscila aleatoriamente en torno a un nivel constante, o bien, crece de forma constante. Si se asume que  $X_t = T_t + \varepsilon_t$ , donde  $T_t = k$ , entonces

$$X_t^{t+1} = X_t.$$

Mientras que si la hipótesis admitida es  $X_t = T_t + \varepsilon_t$ , donde  $T_t = \alpha + \beta t$ , entonces

$$X_t^{t+1} = X_t + (X_t - X_{t-1})$$

## 2.2.2 Métodos de cálculo de promedios

Dentro de los métodos de cálculo de promedios se encuentran el método de promedios simples y el método de medias móviles dobles. Los métodos de promedios simples se basan en la ausencia de crecimientos tendenciales o variaciones estacionales. Es decir, se asume que  $X_t = T_t + \varepsilon_t$ , donde  $T_t = k$ , de modo que un promedio de las observaciones de la serie puede proporcionar una predicción de los valores futuros. En este sentido, si se dispone de observaciones hasta el instante  $t$ , puede utilizarse una media aritmética simple de todas las observaciones de la serie,

$$X_t^{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^t X_t}{t}.$$

Y también puede usarse una media móvil simple de las últimas  $m$  observaciones, es decir,

$$X_t^{t+1} = MMS(m)_t,$$

donde

$$MMS(m)_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-(m-1)}}{m}.$$

Esta media móvil puede generar un mayor o menor grado de alisado que, en general, no resulta adecuado para predecir el valor de una serie con componente estacional significativo. Además, puede conducir a errores sistemáticos cuando existen tendencias de crecimiento o decrecimiento.

Ahora, para eliminar los errores sistemáticos de predicción cuando se utilizan promedios simples de observaciones pasadas en series tales que  $X_t = T_t + \varepsilon_t$ , puede utilizarse un procedimiento que, a partir de cálculo de medias móviles dobles, permite predicciones definidas como

$$X_t^{t+1} = MMS(m)_t^1 + (MMS(m)_t^1 - MMS(m)_t^2) + b_t$$

donde

$$MMS(m)_t^1 = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-(m-1)}}{m}$$

$$MMS(m)_t^2 = \frac{MMS(m)_t^1 + MMS(m)_{t-1}^1 + \dots + MMS(m)_{t-(m-1)}^1}{m}$$

$$b_t = \frac{2}{m-1} (MMS(m)_t^1 - MMS(m)_t^2).$$



El procedimiento de obtención de medias móviles dobles implica calcular un promedio que otorga mayores ponderaciones a las observaciones centrales del periodo considerado en la predicción. Dicha predicción será exacta si no existe componente estacional ni irregular y el crecimiento de largo plazo está dado por una función lineal del tiempo. Sin embargo, en series con comportamientos menos rígidos, parece más adecuado conceder mayor ponderación a los valores más cercanos en el tiempo a aquel que se desea predecir. Esta es la idea que inspira los métodos de alisado exponencial, que también permiten considerar la presencia de componentes de tendencia y estacional.

### 2.2.3 Métodos de alisado exponencial

Los métodos de alisado exponencial proporcionan predicciones de los valores futuros de una serie definidas como medias ponderadas de las observaciones pasadas, asignando mayor peso en la predicción final a los valores más recientes que a los más alejados en el tiempo.

Partiendo de la hipótesis que  $X_t = T_t + \varepsilon_t$ , donde  $T_t = k$ , la predicción para un periodo hacia adelante que se obtiene mediante el alisado exponencial simple (AES) se define como

$$X_t^{t+1} = AES_t = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1 - \alpha)^i X_{t-i}, \quad 0 < \alpha < 1.$$

Se trata simplemente de una media ponderada de los valores pasados  $X_t$ , de tal forma que los valores observados más lejos en el pasado intervienen en el promedio con una menor ponderación. Cuanto mayor sea  $\alpha$ , más rápidamente caen las ponderaciones a medida que el valor se aleja del instante  $t$  y menor será el efecto de alisado.

Si el objetivo es la predicción, el criterio generalmente utilizado para determinar el valor de  $\alpha$  consiste en elegir aquel valor que minimice la suma de cuadrados de los errores de predicción, es decir, elegir el valor  $\alpha_0$  tal que la siguiente suma sea mínima:

$$\sum_{t=1}^{T-1} (X_{t+1} - X_t^{t+1})^2 = \sum_{t=1}^{T-1} (X_{t+1} - AES_t)^2$$

El AES es un método adecuado para obtener predicciones si el proceso  $\{X_t\}$  no posee tendencia de crecimiento o decrecimiento. En caso contrario este método cometería errores sistemáticos que pueden eliminarse con otros métodos de alisado.

Para eliminar los errores sistemáticos de predicción cuando se utiliza AES en series con tendencia puede emplearse un razonamiento similar al efectuado para justificar el recurso a las medias móviles dobles. El alisado exponencial doble permite obtener predicciones definidas como

$$X_t^{t+1} = AES_t^1 + (AES_t^1 - AES_t^2) + b_t$$

donde

$$AES_t^1 = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1-\alpha)^i X_{t-i}$$

$$AES_t^2 = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha(1-\alpha)^i AES_{t-i}^1$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (AES_t^1 - AES_t^2)$$

El parámetro de alisado  $\alpha$  se fija habitualmente entre 0.1 y 0.3. Debe tenerse en cuenta que

- Si  $\alpha$  es muy cercano a cero, el valor de inicialización puede jugar un papel importante para muchos periodos futuros.
- $\alpha$  debería ser inferior al del método AES, en el que se supone que los valores de la serie son aproximadamente constantes y puede no ser necesario un alisado muy fuerte.

El alisado exponencial doble es, por tanto, un método de predicción adecuado si el proceso  $\{X_t\}$  posee tendencia lineal. Si el proceso  $\{X_t\}$  presenta tendencia cuadrática, puede usarse el método de alisado exponencial triple de Brown.

Para el caso de series con tendencia lineal, el alisado exponencial de Holt propone utilizar como predicción en  $t + 1$ , una estimación obtenida por AES de  $X_{t+1}$  en la que el sesgo sistemático sea corregido con un término de tendencia, de modo que

$$X_t^{t+1} = AES_t^H + b_t$$

donde

$$AES_t^H = \alpha X_t + (1-\alpha)(AES_{t-1}^H + b_{t-1})$$

y  $b_t$  representa la estimación del término de tendencia con la información disponible hasta el instante  $t$ , que se actualiza mediante una nueva ecuación de alisado dada por

$$b_t = \gamma(AES_t^H - AES_{t-1}^H) + (1 - \gamma)b_{t-1}.$$

La actualización de la tendencia es apropiada para recoger la aleatoriedad que permanezca en el crecimiento de la serie. Además, la introducción de dos parámetros de alisado supone mayor flexibilidad que el método de Brown. Para inicializar la obtención de los valores alisados de  $AES_t^H$  y  $b_t$  suele asumirse que  $AES_1^H = X_1$  y  $b_1$  puede hacerse igual a  $X_2 - X_1, \frac{X_3 - X_1}{2}, \frac{X_4 - X_1}{3}, \dots$

Si el proceso estocástico  $\{X_t\}$  posee un componente estacional significativo, los procedimientos de alisado mencionados hasta ahora no resultan apropiados. Se requieren métodos que tengan en cuenta el factor estacional. El método de alisado exponencial de Winters es similar al de Holt, pero se asume que  $X_t = T_t E_t + \varepsilon_t$ , siendo  $T_t$  una tendencia lineal que se combina multiplicativamente con un componente estacional  $E_t$ . Por ello, se incluye una ecuación de alisado para el componente estacional. Si resulta que el periodo estacional es de longitud  $s$ , la predicción en  $t + 1$  puede obtenerse como

$$X_t^{t+1} = (AES_t^W + b_t)E_{t+1-s}^W$$

donde  $AES_t^W$  es una estimación alisada de lo que podría denominarse componente autónomo o término independiente,  $b_t$  es una estimación alisada del crecimiento o pendiente y  $E_t^W$  es una estimación alisada del índice de variación estacional con la información disponible al instante  $t$ .

1.  $AES_t^W$  se estima de forma similar a la utilizada en el método de Holt, pero eliminando las variaciones estacionales con el factor  $E_{t-s}^W$ :

$$AES_t^W = \alpha \frac{X_t}{E_{t-s}^W} + (1 - \alpha)(AES_{t-1}^W + b_{t-1})$$

2. El crecimiento tendencial se actualiza mediante la ecuación

$$b_t = \gamma(AES_t^W - AES_{t-1}^W) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

3. El índice de variación estacional se actualiza a través de la ecuación

$$E_t^W = \lambda \frac{X_t}{AES_t^W} + (1 - \lambda)E_{t-s}^W$$

Los valores más adecuados de los parámetros de alisado  $\alpha$ ,  $\gamma$  y  $\lambda$  pueden determinarse mediante un proceso iterativo de prueba y error, o bien utilizando métodos de optimización no lineal. La estimación alisada de la tendencia puede iniciarse tomando como valor inicial de  $b_t$  al resultado de la expresión

$$b_1 = \frac{1}{s} \left[ \frac{X_{s+1} - X_1}{s} + \frac{X_{s+2} - X_2}{s} + \dots + \frac{X_{2s} - X_s}{s} \right]$$

Por otra parte, para obtener las estimaciones alisadas del índice de variación estacional es necesario utilizar los valores iniciales de  $E_t^W$  correspondientes a  $s$  instantes del tiempo.

### 2.3 Métodos de suavizamiento (alisado) y pronóstico desde el enfoque moderno

A continuación presentamos el análisis de series de tiempo desde el enfoque moderno, el cual se desarrolla sobre el concepto de proceso estocástico. Ahora la componente estocástica o aleatoria se convierte en el núcleo de del estudio, mientras que la parte sistemática se elimina mediante filtros adecuados. El objetivo es identificar la estructura de dependencia estocástica entre los elementos del proceso, teniendo en cuenta que los efectos aleatorios en el momento actual pueden tener incidencia en el futuro.

De este nuevo enfoque se desarrollaron los denominados modelos lineales ARMA (procesos autorregresivos y de medias móviles), que recurren a filtros lineales (funciones lineales de los elementos del proceso estocástico original) para obtener un proceso transformado esencialmente aleatorio. Estos modelos se construyeron originalmente sobre el supuesto de estacionariedad; sin embargo, en series como las económicas es difícil admitir el cumplimiento de dicha hipótesis. De ahí surge la necesidad de recoger comportamientos no estacionarios, lo cual impulsó el estudio de procesos integrados. Así es como los modelos ARIMA (procesos autorregresivos integrados y de medias móviles) aportan una solución, ya que consisten en eliminar la fuente de no estacionariedad y entonces estudiar la estructura de dependencia estocástica entre los elementos del proceso transformado estacionario.

#### 2.3.1 Modelos autorregresivos integrados y de medias móviles (ARIMA)

Un modelo ARIMA puede ser utilizado para realizar predicciones sobre el comportamiento futuro de una serie temporal, una vez que haya sido especificado, estimado y comprobada su validez para describir el comportamiento de dicha serie. La predicción del proceso  $\{X_t\}_{t=1, \dots, T}$  para  $h$  periodos hacia adelante con la información disponible al instante  $T$  se denotará por  $X_T^{T+h}$ . El error cuadrático

medio de la predicción se minimiza si se define  $X_T^{T+h}$  como el valor esperado del proceso en el instante  $T + h$  condicionado a la información disponible al instante  $T$ :

$$X_T^{T+h} = E[X_{T+h}|I_T]$$

Supóngase que el proceso estocástico  $\{X_t\}_{t=1,\dots,T}$  sigue un modelo autorregresivo de medias móviles ARMA(p,q) estacionario e invertible tal que  $X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$ .

Si el modelo fuera conocido se tiene que

$$X_T^{T+h} = \phi_1 E[X_{T+h-1}|I_T] + \dots + \phi_p E[X_{T+h-p}|I_T] + E[\varepsilon_{T+h}|I_T] - \theta_1 E[\varepsilon_{T+h-1}|I_T] - \dots - \theta_q E[\varepsilon_{T+h-q}|I_T].$$

En general los parámetros de esta expresión son desconocidos pero una vez estimado el modelo, el valor de la predicción puede obtenerse utilizando estimaciones de los parámetros y sustituyendo las esperanzas condicionadas de elementos del proceso y de residuos del modelo por las expresiones siguientes:

- $E[X_{T+h-j}|I_T] = \begin{cases} x_{T+h-j} & \text{si } T+h-j = 1, 2, \dots, T \\ x_T^{T+h-j} & \text{si } T+h-j = T+1, T+2, \dots \end{cases}$
- $E[\varepsilon_{T+h-j}|I_T] = \begin{cases} e_{T+h-j} & \text{si } T+h-j = 1, 2, \dots, T \\ 0 & \text{si } T+h-j = T+1, T+2, \dots \end{cases}$

donde  $e_{T+h-j} = x_{T+h-j} - x_{T+h-j-1}^{T+h-j}$

Es decir, la predicción se actualiza con cada nueva observación en función del error de predicción cometido en dicha observación.

Ahora, suponiendo que el modelo que guía el comportamiento del proceso estocástico  $\{X_t\}$  es un modelo ARIMA, entonces la predicción de los elementos del proceso original puede obtenerse a partir de la predicción de la transformación estacionaria  $\{W_t\}$ . Es decir,  $X_T^{T+h}$  puede obtenerse a partir de  $W_T^{T+h}$ .

### 2.3.2 Enfoque de modelos estructurales

Un modelo estructural de series de tiempo es un modelo estadístico definido con objeto de representar las características más sobresalientes de una serie mediante su descomposición en componentes que, aun siendo no observables, tienen interés en sí mismos y una interpretación directa. Es decir, un modelo estructural no tiene por objeto reproducir el proceso generador de datos, sino obtener las características presentes en la serie en términos de su descomposición en componentes que resultan interesantes por sí mismos. Así, esta descomposición permite describir el comportamiento de una serie de tiempo e indicar cuáles componentes y en qué grado son responsables de sus movimientos principales.

La relevancia de estos modelos radica en que, si se asume que las propiedades estadísticas de buena parte de las series socioeconómicas presentan un carácter evolutivo (sus componentes evolucionan aleatoriamente en el tiempo), constituyen una alternativa apropiada a los modelos convencionales puesto que, lejos de eliminar la fuente de no estacionariedad, la incorporan en el modelo admitiendo la posibilidad de que cada uno de los componente inobservables típicos de una serie de tiempo posea naturaleza estocástica.

### 2.3.3 Modelos que monitorean volatilidad

La volatilidad de una variable,  $\sigma$ , se define como la desviación estándar de los valores que toma la variable por unidad de tiempo cuando estos valores se expresan siguiendo una composición continua. Cuando se utiliza volatilidad para calcular los precios de opciones, la unidad de tiempo que se toma generalmente es un año de modo que la volatilidad es la desviación estándar del rendimiento anual compuesto continuamente. En cambio, si se utiliza la volatilidad en administración de riesgo, la unidad de tiempo que se aplica es generalmente un día, para que la volatilidad sea la desviación estándar de los rendimientos diarios compuestos de manera continua. A continuación, presentamos algunos modelos utilizados para monitorear volatilidad.

#### 2.3.3.1 Modelo de promedios móviles ponderados exponencialmente (exponentially weighted moving average - EWMA)

Definimos  $\sigma_n$  como la volatilidad de una variable para el momento  $n$ , estimada al final del momento  $n - 1$ . La varianza  $\sigma_n^2$  se define como el cuadrado de la volatilidad.

Ahora supongamos que el valor de una variable al final del día  $i$  es  $S_i$ . Definimos  $\mu_i$  como el rendimiento compuesto continuamente durante el día  $i$  (entre el fin del día  $i - 1$  y el fin del día  $i$ ):

$$\mu_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right).$$

Una forma de estimar  $\sigma_n$  es igualarla a la desviación estándar de las  $\mu_i$ 's. Cuando las  $m$  observaciones más recientes de las  $\mu_i$  se usan en conjunto con la fórmula habitual de la desviación estándar, tenemos:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (u_{n-i} - \bar{u})^2$$

donde  $\bar{u}$  es la media de las  $\mu_i$ 's:

$$\bar{u} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u_{n-i}$$

Para propósitos de administración del riesgo, la fórmula utilizada para calcular  $\sigma_n^2$  sufre algunos ajustes:

1.  $u_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}}$
2. Se asume que  $\bar{u}$  es igual a cero. La justificación para esto cae en que el cambio diario esperado en la variable es muy pequeño comparado con la desviación estándar de dichos cambios.
3. Se utiliza  $m$  en lugar de  $m - 1$ . Esto nos lleva de una estimación imparcial de la volatilidad hacia una estimación por máxima verosimilitud.

De estos ajustes se puede llegar a una fórmula simplificada para calcular la varianza:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u_{n-i}^2$$

donde  $u_i$  está dada por la fórmula ajustada antes mencionada.

La última ecuación da el mismo peso a cada  $u_{n-1}^2, u_{n-2}^2, \dots, u_{n-m}^2$ . Aquí el objetivo es estimar  $\sigma_n$ . Es entonces que hace sentido asignar mayor peso a los datos más recientes y se utiliza el modelo siguiente:

(1)

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-i}^2$$

donde  $\alpha_i$  es el peso que se asignará a la observación de hace  $i$  días y las  $\alpha_i$ 's son positivas. Si tenemos  $\alpha_i < \alpha_j$  con  $i < j$ , se asigna menor peso a las observaciones más viejas. Adicionalmente, las ponderaciones deben sumar 1, es decir,  $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$ .

Una extensión de la idea de la ecuación (1) consiste en asumir que existe una varianza promedio en el largo plazo a la que se le debe asignar cierta ponderación. Esta extensión lleva al modelo a tomar la forma

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-i}^2 \quad (2)$$

donde  $V_L$  es la varianza de largo plazo y  $\gamma$  es el peso asignado a  $V_L$ . Dado que las ponderaciones deben sumar uno, tenemos  $\gamma + \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$ .

Esto es conocido como el modelo  $ARCH(m)$ , sugerido primero por Engle. El estimador de la varianza se basa en una varianza promedio de largo plazo y  $m$  observaciones. Cuanto más vieja es la observación se le otorga una menor ponderación. Si definimos  $\omega = \gamma V_L$ , el modelo de la ecuación (2) se puede escribir

$$\sigma_n^2 = \omega + \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-i}^2 \quad (3)$$

Ahora, el modelo de promedios móviles ponderados exponencialmente es un caso particular de la ecuación (1) donde los  $\alpha_i$ 's decrecen exponencialmente conforme se retrocede en el tiempo. Específicamente  $\alpha_{i+1} = \lambda \alpha_i$  donde  $\lambda$  es una constante entre cero y uno.

Este esquema de ponderaciones conduce a una fórmula particularmente simple para actualizar las estimaciones de la volatilidad:

$$\sigma_n^2 = \lambda \sigma_{n-1}^2 + (1 - \lambda) u_{n-1}^2 \quad (4)$$

El enfoque EWMA tiene la característica que los requerimientos de almacenamientos de información son modestos. En cualquier momento del tiempo, necesitamos únicamente el estimado actual de la varianza y el valor más reciente de la variable. Así, las estimaciones se actualizan con



cada nuevo resultado de la variable, con lo que las estimaciones anteriores son descartadas. Este enfoque es, además, diseñado para monitorear cambios en la volatilidad.

### 2.3.3.2 El modelo $GARCH(1,1)$

El modelo  $GARCH(1,1)$  fue propuesto por Bollerslev en 1997. La diferencia entre los modelos  $EWMA$  y  $GARCH(1,1)$  es análoga a la diferencia entre las ecuaciones (1) y (2). En el caso de  $GARCH(1,1)$ ,  $\sigma_n^2$  se calcula a partir de una varianza promedio de largo plazo ( $V_L$ ),  $\sigma_{n-1}$  y  $u_{n-1}$ . La ecuación para el modelo  $GARCH(1,1)$  es

$$\sigma_n^2 = \lambda V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (5)$$

donde

$\lambda$  es el peso asignado a  $V_L$

$\alpha$  es el peso asignado a  $u_{n-1}^2$

$\beta$  es el peso asignado a  $\sigma_{n-1}^2$

$$\lambda + \alpha + \beta = 1$$

El modelo  $EWMA$  es un caso particular del modelo  $GARCH(1,1)$  donde  $\gamma = 0$ ,  $\alpha = 1 - \lambda$  y  $\beta = \lambda$ .

Adicionalmente, “(1,1)” en  $GARCH(1,1)$  indica que  $\sigma_n^2$  se basa en la observación más reciente de  $u^2$  y la estimación más reciente de la varianza. En cambio, el modelo general  $GARCH(p, q)$  calcula  $\sigma_n^2$  a partir de las  $p$  observaciones más recientes de  $u^2$  y las  $q$  estimaciones más recientes de la varianza.  $GARCH(1,1)$  es, por mucho, el modelo  $GARCH$  más popular.

Otra vez, haciendo  $\omega = \gamma V_L$ , el modelo  $GARCH(1,1)$  también puede escribirse como

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (6)$$

Esta forma del modelo es la que se usa regularmente para propósitos de calcular parámetros. Una vez que se han estimado  $\omega$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ , podemos calcular  $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ . La varianza de largo plazo  $V_L$  puede calcularse como  $\omega/\gamma$ . Para un modelo  $GARCH(1,1)$  estable, se requiere que  $\alpha + \beta < 1$ ; de otra forma la ponderación asignada a la varianza de largo plazo es negativa.

En la práctica, las varianzas tienden a alinearse a un nivel promedio de largo plazo, fenómeno conocido como reversión a la media. El modelo  $GARCH(1,1)$  incorpora reversión a la media, mientras que el modelo  $EWMA$  no lo hace. Por lo tanto, el modelo  $GARCH(1,1)$  es en teoría más atractivo que el modelo  $EWMA$ .

Para elegir cuál de los modelos presentados se debe utilizar se cuenta con ciertos criterios:

- ✓ Cuando  $\omega = 0$ ,  $GARCH(1,1)$  se reduce a un modelo  $EWMA$ .
- ✓ Cuando el valor de  $\omega$  que mejor se ajusta es negativo, el modelo  $GARCH(1,1)$  es inestable, por lo que resulta sensato cambiar a un modelo  $EWMA$ .

La estimación de los parámetros utilizados en los modelos descritos con anterioridad se realiza utilizando como base datos históricos, lo cual se conoce métodos de máxima verosimilitud. Un método de máxima verosimilitud, como su nombre lo indica, implica asignar a los parámetros los valores que maximicen la probabilidad de ocurrencia de los datos. Así, este método puede aplicarse cuando se utilizan métodos de monitoreo de volatilidad, tales como los mencionados  $EWMA$  y  $GARCH(1,1)$ .

El supuesto subyacente de un modelo  $GARCH$  es que la volatilidad cambia con el tiempo, pudiendo presentarse periodos de alta o baja volatilidad. Es decir:

- Cuando  $u_i^2$  es alta, existe una tendencia para que  $u_{i+1}^2, u_{i+2}^2, \dots$  sea alta.
- Cuando  $u_i^2$  es baja, existe una tendencia para que  $u_{i+1}^2, u_{i+2}^2, \dots$  sea baja.

Si asumimos que las  $u_i^2$  presentan autocorrelación, existe una forma de saber si nuestro modelo  $GARCH$  es adecuado: este debería eliminar autocorrelación. Si la estructura de autocorrelación de las variables  $u_i^2 | \sigma_i^2$  muestra autocorrelación muy pequeña, significa que nuestro modelo para  $\sigma_i$  explica adecuadamente las autocorrelaciones en las  $u_i^2$ .

Una prueba más científica consiste en utilizar el estadístico Ljung-Box, si una serie tiene  $m$  observaciones:

$$m \sum_{k=1}^K w_k C_k^2$$

donde

$c_k$  es la autocorrelación para el periodo  $k$

$K$  es el número de periodos considerados

$$w_k = \frac{m+2}{m-k}$$

Para  $K = 15$ , cero autocorrelación puede rechazarse con un nivel de confianza de 95% cuando el estadístico Ljung-Box es mayor que 25.

¿Cómo aplicamos  $GARCH(1,1)$  para pronosticar volatilidad?

La varianza estimada para el día  $n$  al final del día  $n - 1$  cuando usamos  $GARCH(1,1)$  es

$$\sigma_n^2 = (1 - \alpha - \beta)V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Adicionalmente tenemos que el valor esperado de  $u_{n+t-1}^2$  es  $\sigma_{n+t-1}^2$ . Entonces,

$$E[\sigma_{n+t}^2 - V_L] = (\alpha + \beta)E[\sigma_{n+t-1}^2 - V_L]$$

Usar esta ecuación repetidamente nos lleva a  $E[\sigma_{n+t}^2 - V_L] = (\alpha + \beta)^t(\sigma_n^2 - V_L)$ , o

$$E[\sigma_{n+t}^2] = V_L + (\alpha + \beta)^t(\sigma_n^2 - V_L) \quad (7)$$

Con esta ecuación se obtiene el pronóstico de la volatilidad para el día  $n + t$  usando la información disponible al final del día  $n - 1$ .

En el modelo  $EWMA$ ,  $\alpha + \beta = 1$  y la ecuación (7) muestra que la varianza futura esperada es igual a la varianza actual. Cuando  $\alpha + \beta < 1$ , el último término de la ecuación decrece progresivamente conforme  $t$  incrementa. Como se mencionó anteriormente, la varianza presenta reversión a la media, con nivel de reversión  $V_L$  y tasa de reversión  $1 - \alpha - \beta$ . Así, el pronóstico de la varianza futura tiende a  $V_L$  cuando miramos hacia adelante. Es importante recalcar que para que un modelo  $GARCH(1,1)$  sea estable, se requiere que  $\alpha + \beta < 1$ ; en cambio, si  $\alpha + \beta > 1$  el peso asignado a la varianza de largo plazo es negativa y resulta un proceso que se aleja de la media.

## 2.4 El Filtro Hodrick-Prescott

Dentro de la metodología aplicada por INEGI en el Sistema de Indicadores Cíclicos se hace referencia a la aplicación del filtro Hodrick-Prescott, este filtro fue descrito por primera vez por Hodrick y Prescott en 1997 y es utilizado para descomponer una serie en sus componentes de tendencia y ciclo.

Sea  $y_t$  una serie de tiempo para  $t = 1, 2, \dots, n$ . Si  $\tau_t$  es la tendencia de esta serie, entonces el componente ciclo está dado por  $c_t = y_t - \tau_t$ .

Hodrick y Prescott señalan que el componente de tendencia de una serie es el que minimiza la ecuación

$$\sum_{t=1}^n (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{n-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \quad (\text{I})$$

La cual puede resumirse de la siguiente forma:

$$\min \sum_{t=1}^n c_t^2 + \lambda \sum_{t=3}^n (\Delta^2 \tau_t)^2, \Delta^2 = (1 - L)^2 \quad (\text{II})$$

donde  $L$  es el operador de retraso. El primer término en la ecuación (I) es la suma de cuadrados de las desviaciones de la serie respecto de la tendencia, la cual es una medida del grado de ajuste; el segundo término es la suma de cuadrados de las segundas diferencias del componente de tendencia, que es una medida del grado de suavidad. Este modelo permite que el componente de tendencia de  $y_t$  cambie suavemente a lo largo del tiempo.

Escribiendo la ecuación (II) en notación matricial se tiene:

$$\min c'c + \lambda(A\tau)'(A\tau)$$

Donde

$A$  es una matriz de dimensión  $(n - 2) \times n$

$$A\tau \text{ está dada por } A\tau = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \\ \vdots \\ \tau_n \end{bmatrix}$$

De la condición de primer orden, que consiste en igualar a cero la primera derivada y despejar  $\tau$ , se obtiene  $\tau = (I + \lambda A' A)^{-1} y$

Posteriormente, para obtener el componente ciclo  $c$  se resta la tendencia a la serie original:

$$c = [I - (I + \lambda A' A)^{-1}]y$$

Ahora bien, debemos tomar en cuenta el propósito de la descomposición y las características de la variable de interés para poder obtener el  $\lambda$  apropiado. En este caso, la selección del parámetro se hace con el fin de calcular primero la tendencia del indicador y de esta manera obtener el componente cíclico; posteriormente se selecciona  $\lambda$  con el objetivo de suavizar el componente cíclico obtenido.

Así, al trasladar el filtro Hodrick-Prescott hacia el dominio de las frecuencias es posible entender sus efectos sobre los ciclos que conforman una serie de tiempo.

La expresión para obtener un valor de  $\lambda$  a partir de una frecuencia  $m$  en meses es la siguiente:

$$\lambda = \frac{1}{4(1 - \cos(2\pi/m))^2}$$

En el caso de la metodología referida por el INEGI se aplica el filtro Hodrick-Prescott dos veces para obtener el componente cíclico suavizado. Primero se descompone la serie inicial en tendencia y ciclo, utilizando una frecuencia  $m = 120$ . En seguida, con el fin de suavizar el componente cíclico obtenido anteriormente, se aplica nuevamente el filtro Hodrick-Prescott con una frecuencia  $m = 12$ . El componente cíclico suavizado corresponde a la tendencia obtenida al aplicar el filtro Hodrick-Prescott por segunda vez.

Sin embargo, en gran parte de la bibliografía y artículos consultados, el valor sugerido para el parámetro  $\lambda$  es 1600 cuando se trata de datos trimestrales y 14400 cuando se utilizan datos mensuales.

## 2.5 Filtro de Kalman

El filtro de Kalman consiste en un conjunto de ecuaciones cuyo objetivo es brindar una solución óptima a un problema presentado en la forma estado-espacio. Se trata de encontrar un estimador que prediga de manera óptima el comportamiento que tendrá un sistema en un momento  $t$  en el tiempo, basándose en la información disponible sobre el comportamiento de dicho sistema hasta el momento  $t - 1$ .

El filtro de Kalman se compone de una ecuación de estado y una ecuación de medida:

1. La ecuación de estado  $X_t = AX_{t-1} + w_{t-1}$  describe la dinámica de las variables de estado; se trata de un vector generalmente no observable. La matriz  $A$  relaciona el estado en el momento  $t - 1$  con el estado en el momento  $t$ .
2. La ecuación de medida  $Z_t = HX_t + v_t$  representa la relación entre el vector de variables observables y el vector de variables no observables, siendo  $H$  la matriz que relaciona al estado con la medida.
3.  $w_t$  y  $v_t$  son vectores que representan el error del estado y de la medida, respectivamente. Se asume que estas variables son ruido blanco, independientes y de distribución Normal:  $w_t \sim N(0, Q)$  y  $v_t \sim N(0, R)$ .

Es decir, para cada punto en el tiempo,  $Z_t$  relaciona las variables observables con las variables de estado  $X_t$ .

El filtro opera de manera recursiva, ajustando su pronóstico cada vez que se actualiza la información disponible, es decir, el filtro de Kalman consiste en dos etapas: la etapa de predicción y la etapa de actualización/corrección. La actualización y corrección se realiza partiendo de la información actualizada al tiempo  $t$ , permitiendo así minimizar el error en la predicción realizada con la información disponible sobre el comportamiento del estado al tiempo  $t - 1$ .

En nuestro caso, la variable de estado (no observable) representará el crecimiento del PIB Nacional y la variable de medida representa el incremento del IGAE. Al tratarse de solo una variable de estado, nuestro modelo resulta ser más práctico y puede desarrollarse utilizando hojas de cálculo.

## 2.6 Algoritmo Bry-Boschan

Como se mencionó con anterioridad, la metodología utilizada en México por el INEGI para generar el Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado se basa en la desarrollada por el NBER para determinar las series que componen dichos Indicadores. Una vez seleccionados dichos componentes, se determina su comportamiento cíclico y se clasifican como adelantados, coincidentes o rezagados, de acuerdo con un análisis de sus puntos de giro (picos y valles).

El proceso utilizado por INEGI para determinar los puntos de giro de las series que componen los indicadores compuestos puede consultarse en su nota metodológica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010); este proceso se basa en el algoritmo desarrollado por Bry y Boschan en 1971, el cual se describe a continuación.

1. Determinar los valores extremos y sustituirlos. Se aplica un promedio móvil de Spencer a las series desestacionalizadas, el cual es un promedio móvil ponderado de 15 meses, que asigna un mayor peso a los valores centrales de la serie y un peso menor hacia los extremos de la misma. La Curva de Spencer es considerablemente flexible por lo que seguirá a la curva original en sus crestas y valles sin efectos drásticos en la localización de los puntos de giro.

El promedio móvil de Spencer se calcula como un promedio móvil ponderado de orden 5x5x4x4, lo que equivale a:

$$CS_t = \frac{1}{320} [-3X_{t-7} - 6X_{t-6} - 5X_{t-5} + 3X_{t-4} + 21X_{t-3} + 46X_{t-2} + 67X_{t-1} + 74X_t + 67X_{t+1} + 46X_{t+2} + 21X_{t+3} + 3X_{t+4} - 5X_{t+5} - 6X_{t+6} - 3X_{t+7}]$$

Una vez que se obtiene la Curva de Spencer, se identifican aquellos valores de la serie ajustada por estacionalidad que estén fuera de un rango de  $\pm 3.5$  desviaciones estándar respecto a la media de la Curva de Spencer y se sustituyen por los valores estimados de esta última.

2. Determinar los ciclos en el promedio móvil de 12 meses. Tras reemplazar los valores extremos de la serie desestacionalizada, se calcula un promedio móvil de 12 meses. Este promedio móvil es menos flexible que la Curva de Spencer, por lo que no sigue fluctuaciones de duración menor o de amplitud muy pequeña.

La selección de los puntos de giro mediante este promedio móvil se realiza en dos pasos:

- I. Definir los puntos de giro tentativos, donde se considera como una cresta (valle) a cualquier dato de la serie cuyo valor sea mayor (menor) que el de los 5 meses previos y de los 5 meses posteriores.
  - II. Seleccionar la cresta más alta si existen diversas crestas cercanas y el pico más bajo en caso de haber diversos picos en una parte de la serie y se revisa la alternancia de crestas y valles de los puntos seleccionados.
3. Identificación de los puntos de giro correspondientes en la Curva de Spencer. Se realiza una búsqueda de puntos de giro similares en la Curva de Spencer en las vecindades (definidas como el rango de  $\pm 5$  meses) de los puntos que se seleccionaron en la serie de promedios móviles de 12 meses.

Esto es, en la fecha de un punto de giro determinado de la serie de promedios móviles de 12 meses se busca en la Curva de Spencer en una vecindad de 11 meses el punto mayor (o menor, según sea el caso). Los nuevos puntos de giro deben cumplir con que la duración de un ciclo completo sea de por lo menos 15 meses y debe observarse una alternancia entre crestas y valles.

4. Determinar los puntos de giro respectivos en una serie de promedios móviles de acuerdo con el Mes de Dominancia Cíclica (MDC, es el mínimo número de meses que requiere el componente tendencia-ciclo para dominar el componente irregular). Técnicamente, el número de meses necesarios para la dominancia del ciclo sobre el componente irregular es el lapso sobre el cual el cambio promedio del componente irregular empieza a ser menor que el cambio promedio del componente tendencia-ciclo.

El movimiento de tendencia-ciclo se aísla suavizando los datos utilizando el término MDC apropiado, el movimiento que permanece proviene del componente irregular. Posteriormente se estima un promedio móvil de orden MDC a partir de la serie desestacionalizada. Así, se seleccionan en la curva de MDC los puntos de giro correspondientes que se identificaron en la Curva de Spencer, mediante la selección de los puntos de giro más altos (bajos) observados en la curva de MDC, dentro de un intervalo de  $\pm 5$  meses alrededor de la fecha en la que se determinó el punto de giro en la Curva de Spencer.

5. Selección de los puntos de giro en la serie desestacionalizada original. El último paso consiste en identificar los puntos de giro en la serie desestacionalizada original, dentro de un rango de  $\pm 4$  meses o el término MDC (el que sea mayor), que corresponda a los puntos de giro obtenidos en la curva de MDC o de promedio móvil de orden corto.

No se toman en cuenta aquellos puntos de giro que se encuentren en los primeros o en los últimos seis meses de la serie. Adicionalmente, se eliminan las crestas (valles) al inicio o final



de la serie cuyos valores sean menores (mayores) a los que se encuentran más cercanos al inicio o final de la serie. Se restringe la duración mínima de 15 meses en los ciclos de la serie y la duración mínima de 5 meses para las fases de expansión o recesión.

De esta manera, los puntos de giro de la serie desestacionalizada original que cumpla con todos los criterios anteriores, serán los puntos de giro finales.

### Capítulo III. Desarrollo del modelo

Dentro de toda actividad económica, es importante tener la posibilidad de conocer con cierta anticipación y con cierto grado de certidumbre, el desempeño futuro esperado del proyecto o del sector, con el fin de tomar medidas preventivas que permitan obtener mejores resultados.

En el caso del sector turismo, como ya se mencionó, no se tienen registros de datos que permitan pronosticar el comportamiento del sector de manera directa y con certidumbre. Es por ello que resulta valioso identificar relaciones entre el desempeño del PIB Turístico y el PIB Nacional, ya que se cuenta con información de Indicadores tanto Adelantados como Coincidentes, que facilitan la generación de pronósticos altamente certeros del PIB Nacional, y utilizarlos como base para la estimación del PIB Turístico.

Por lo anterior, desarrollaremos una metodología que guíe paso a paso al analista para obtener, con suficiente anticipación, pronósticos altamente confiables de la tendencia del comportamiento del sector turístico. Esta metodología está basada en la información publicada por la autoridad en relación con el comportamiento tanto del PIB Nacional como del PIB Turístico, en Indicadores económicos Coincidentes y Adelantados, en los ciclos económicos y en métodos de análisis de información y de pronóstico que han probado su efectividad en el estudio del comportamiento de series económicas. Los pronósticos obtenidos darán certidumbre a las inversiones en el sector turístico y favorecerán la planificación para lograr mejores resultados en el sector y, por tanto, mayor rentabilidad en las inversiones.

El primer paso para el desarrollo del modelo consiste en la obtención de información veraz, que en nuestro país consta en los registros del Banco de Información Estadística del INEGI, mismos que pueden ser consultados en el sitio web de dicho instituto. Sin embargo, se observa que dichos datos han sido registrados con diferentes frecuencias y se presentan en períodos de tiempo distintos, como se resume en el Cuadro 9.

Datos	Frecuencia	Periodo
PIB Turístico	Trimestral	2003-
PIB Nacional	Trimestral	1993-
Sistema de Indicadores Cíclicos	Mensual	1980-
Indicador Global de la Actividad Económica	Mensual	1993-
Cuenta Satélite del Turismo de México	Anual	2003-

Cuadro 9. Tipos de datos por frecuencia y periodo

Claramente, para hacer el análisis, la información de las diferentes variables debe coincidir en frecuencia y periodicidad; por ello, una vez obtenidos los datos, se utilizan las metodologías de análisis de series de tiempo para descomponer estas series de datos y establecer las principales relaciones que existen entre ellas y finalmente dar paso al modelo de pronóstico.

Para desarrollar los pronósticos deseados, es común utilizar las metodologías Hodrick-Prescott y Bry-Bochan, sin embargo, la aplicación manual de estas metodologías puede ser una tarea complicada, por lo que existen diversas herramientas de software que van desde programas especializados hasta aplicaciones en hojas de cálculo, disponibles en línea y de uso libre, con los cuales es posible obtener resultados de manera muy eficiente. La aplicación que sigue el filtro Hodrick-Prescott fue desarrollada por Kurt Annen, del banco alemán Norddeutsche Landesbank. En el caso del algoritmo Bry-Boschan, Sam Ouliaris, del Fondo Monetario Internacional, diseñó una macro para hoja de cálculo basada en la versión para MatLab de James Engel.

Iniciaremos realizando el análisis de la información mediante la descomposición de los datos anuales sobre el PIB y sobre la Oferta tanto Nacional como Turística, los cuales fueron obtenidos desde la Cuenta Satélite del Turismo de México (CSTM). Por ser de frecuencia anual, a estos datos se les aplicará sólo una vez el filtro Hodrick-Prescott utilizando como parámetro el valor 100, referido en la bibliografía consultada, para obtener así los componentes cíclicos de las distintas series. A continuación realizaremos un análisis gráfico de los datos y aplicaremos una regresión lineal para determinar la relación específica entre ellos.

A continuación, obtendremos información trimestral sobre el PIB Turístico y el PIB Nacional y analizaremos el comportamiento de sus valores. La descomposición de dichas series de tiempo la realizaremos utilizando el doble filtro Hodrick-Prescott con parámetros 120 y 12, respectivamente, para cada aplicación. Esta doble aplicación del filtro Hodrick-Prescott se realizará de acuerdo con la metodología referida por el INEGI. Así, obtendremos sus componentes de tendencia y cíclico y entonces aplicaremos un análisis por regresión para determinar una ecuación que represente formalmente la relación entre los resultados del PIB Nacional y el PIB Turístico.

De esta manera, a través del PIB Turístico y el PIB Nacional obtendremos la relación entre los resultados del sector turístico y de la economía nacional, tanto para los datos anuales como para los datos trimestrales. Es importante mencionar que el análisis de la relación entre el PIB Turístico y el PIB Nacional se basará en el análisis de las diferencias entre dichos indicadores.

Nuestro modelo consistirá en aprovechar la relación del sector turístico con el PIB Nacional y de los componentes cíclicos del PIB Nacional con el Sistema de Indicadores Cíclicos para establecer un pronóstico sobre el comportamiento del sector turístico. Para alcanzar ese fin, necesitamos establecer las siguientes relaciones:

1. Relación entre el PIB Turístico y el PIB Nacional (análisis trimestral)
2. Relación entre el PIB Nacional y el Sistema de Indicadores Cíclicos (análisis mensual)

En este punto la relación entre el PIB Turístico y el PIB Nacional habrá sido establecida ya mediante el análisis trimestral y anual de sus resultados. Resta analizar y establecer la relación existente entre los resultados de la economía nacional y los ciclos económicos. Esta relación será establecida mediante el análisis del PIB Nacional y el Sistema de Indicadores Cíclicos (SIC).

Como se comentó con anterioridad, los datos sobre el PIB son de frecuencia trimestral pero los del SIC son de frecuencia mensual. Para poder establecer relación entre el PIB Nacional y el SIC, se requiere contar con información de frecuencia mensual sobre el PIB Nacional, razón por la cual es necesario realizar un pronóstico del comportamiento mensual del PIB Nacional. Realizaremos este pronóstico mensual tomando como base un artículo (Elizondo, 2012) en el cual se utiliza el filtro de Kalman para estimar el PIB mensual a través del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE), cuyos datos son mensuales.

El filtro de Kalman permite generar un pronóstico que puede ajustarse cada vez que se actualiza la información disponible. Es decir, cuando se obtiene una nueva observación en la serie de tiempo, el modelo se ajusta para generar una mejor aproximación. En la definición del filtro se explica cómo para cada punto en el tiempo,  $Z_t$  relaciona las variables observables con las variables de estado (no observables)  $X_t$ . En nuestro caso,  $X_t$  representará el crecimiento del PIB Nacional y  $Z_t$  representará el incremento del IGAE. Al tratarse de sólo una variable de estado, nuestro modelo resulta ser más práctico y puede desarrollarse utilizando hojas de cálculo; el detalle de la estimación de PIB mensual realizada utilizando el filtro de Kalman se presenta en el Apéndice E. Estimación del PIB mensual basada en el IGAE.

Ahora que contamos con una estimación mensual del PIB Nacional, descomponemos esa serie para obtener su componente cíclico, esta vez aplicando el filtro Hodrick-Prescott con un parámetro de 14400 por tratarse de datos de frecuencia mensual. Una vez obtenido el componente cíclico de esta serie, contamos con las condiciones necesarias para comparar y analizar la información tanto del PIB Nacional como del SIC y de esa forma establecer la relación que mantienen.

En este caso realizamos el análisis utilizando la diferencia entre indicadores. Primero analizamos los componentes cíclicos de ambos indicadores, el Coincidente y el Adelantado, para determinar cuál es el retraso con que presenta la concurrencia entre ellos. Así, vamos desfasando los datos del Indicador Adelantado y calculamos las diferencias para determinar cuál es el rezago que mejor se

ajusta a los resultados del ciclo económico, es decir, aquel que obtenga el mínimo error promedio. Es decir, comparamos:

Rezago	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	Error (diferencia)
1 mes	2015/12	2015/11	
2 meses	2015/12	2015/10	
3 meses	2015/12	2015/09	
4 meses	2015/12	2015/08	
5 meses	2015/12	2015/07	
6 meses	2015/12	2015/06	

Cuadro 10. Ejemplo sobre el desfase necesario para comparar indicadores del SIC

Posteriormente, replicamos el análisis realizado sobre el SIC para analizar la relación entre el ciclo del Indicador Adelantado y el ciclo de nuestro PIB mensual pronosticado. Otra vez, aplicamos rezagos para determinar cuál es el punto de concurrencia entre ambos indicadores:

Rezago	PIB pronosticado mensual	Indicador Adelantado	Error (diferencia)
1 mes	2015/12	2015/11	
2 meses	2015/12	2015/10	
3 meses	2015/12	2015/09	
4 meses	2015/12	2015/08	
5 meses	2015/12	2015/07	
6 meses	2015/12	2015/06	

Cuadro 11. Ejemplo sobre el desfase necesario para comparar el PIB pronosticado con el Indicador Adelantado

De igual forma, el rezago que presente mejor ajuste será aquel con el mínimo error promedio.

Por último, comparamos los componentes cíclicos del Indicador Coincidente y el PIB mensual pronosticado para determinar si el comportamiento cíclico de nuestro pronóstico es consistente con el ciclo económico real. Nuestro pronóstico del PIB mensual será adecuado si su comportamiento cíclico muestra sincronía con aquel del Indicador Coincidente.

Si derivado de nuestro análisis entre el PIB pronosticado mensual y el Indicador Coincidente se determina que ambos presentan sincronía en su comportamiento, podemos decir que el ciclo del Indicador Adelantado también refleja con suficiente certeza lo que ocurrirá con el ciclo de nuestro pronóstico mensual del PIB.

Es en este punto donde contamos con todos los elementos necesarios para dar forma al modelo que pronosticará el resultado del sector turístico. Este modelo consiste en llegar del ciclo económico al PIB Turístico de la siguiente forma:

1. Definir la relación existente entre el PIB Turístico y el PIB Nacional.
2. A través del SIC obtenemos el componente cíclico del Indicador Adelantado.
3. Utilizamos el componente cíclico obtenido para actualizar nuestro filtro de Kalman y con ello, obtener un pronóstico del PIB Nacional mensual, el cual podría darnos también un pronóstico del PIB Nacional trimestral si el pronóstico mensual corresponde a marzo, junio, septiembre o diciembre.
4. Una vez obtenido el pronóstico del PIB Nacional mensual (o trimestral dado el caso) para el próximo periodo, podemos aprovechar la relación entre el PIB Nacional y el PIB Turístico para establecer un pronóstico sobre este último.
5. Cuando se cuente con información actualizada sobre el PIB Nacional trimestral y el IGAE, se recalibra el modelo y se puede regresar al paso 1.

De tal suerte que el pronóstico del PIB Turístico que realizaremos incorporará tanto su relación con el desempeño de la economía nacional como la evolución de los ciclos económicos.

## Capítulo IV. Aplicación del modelo

En este capítulo ilustraremos la aplicación del método descrito en el capítulo anterior. Presentaremos datos, gráficas y los resultados obtenidos durante la investigación y el desarrollo del modelo.

Dentro de la aplicación de la teoría detectamos algunas áreas de oportunidad. Una de ellas consiste en utilizar diferentes parámetros en la aplicación del filtro Hodrick-Prescott, aprovechando las sugerencias observadas en la bibliografía consultada durante la construcción del marco teórico del trabajo.

Otra condición importante la constituye la naturaleza de la información, las diferentes frecuencias y periodos con que se presentan los datos. Por ejemplo, los resultados del PIB Turístico y el PIB Nacional se presentan de forma trimestral dentro de los indicadores de coyuntura y de forma anual dentro de la CSTM. Es así que el desarrollo del modelo se basa en el periodo que abarca desde el primer trimestre de 2003 hasta el primer trimestre de 2016 para las series trimestrales y el periodo 2003-2014 en el caso de series anuales.

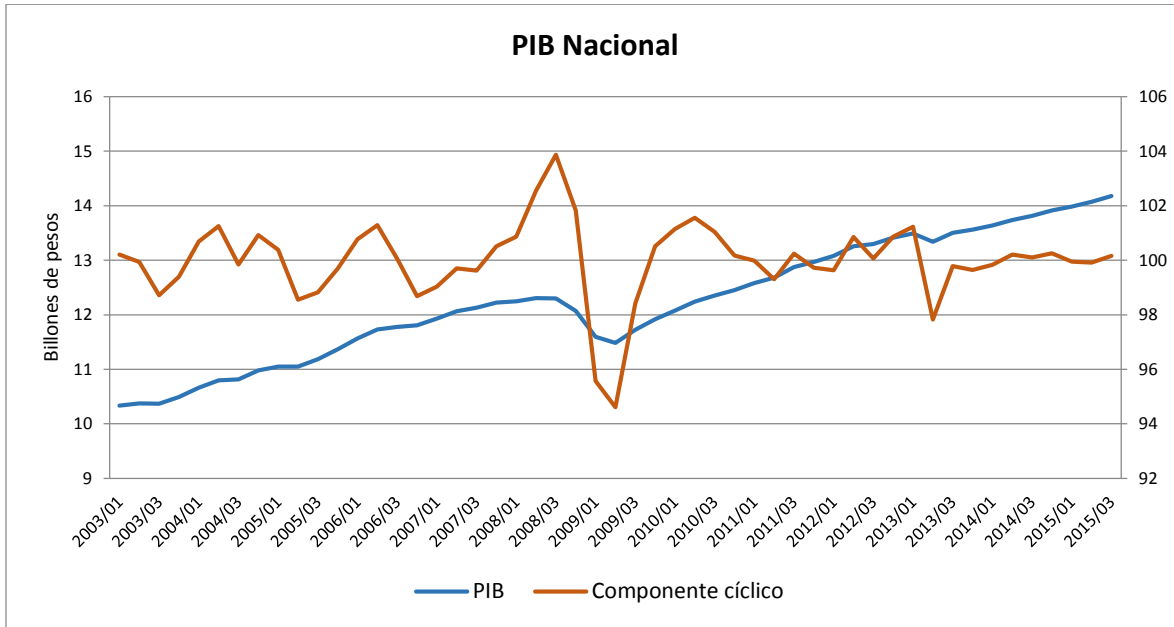
También es importante recalcar que las series de distintos índices corresponden a diferentes frecuencias; así, cuando tratemos de series trimestrales la notación será  $aaaa/tt$  y cuando se trate de series mensuales la notación correspondiente será  $aaaa/mm$ .

### 4.1 Ciclos económicos en México

Presentaremos ahora una serie de datos y gráficas que describen el comportamiento de la economía nacional a lo largo de nuestro periodo de estudio. Estas gráficas constituyen el primer paso de la aplicación del modelo de pronóstico ya que sirven de guía hacia el análisis estadístico de la información.

A continuación se expone el componente cíclico del PIB Nacional, cuya serie de tiempo es de frecuencia trimestral, así como los puntos de giro detectados utilizando el algoritmo Bry-Boschan (Bry & Boschan, 1971).

En el Cuadro 12 se muestra la evolución del PIB Nacional acompañada de su componente cíclico. Sobre la línea del componente cíclico notamos puntos extremos correspondientes al tercer trimestre de 2008 y al segundo trimestre del 2009; el periodo que comprende estos extremos corresponde a la crisis financiera de los préstamos subprime, generada en Estados Unidos y que alcanzó un nivel mundial. En los cuadros subsecuentes continuarán observándose dichos extremos.



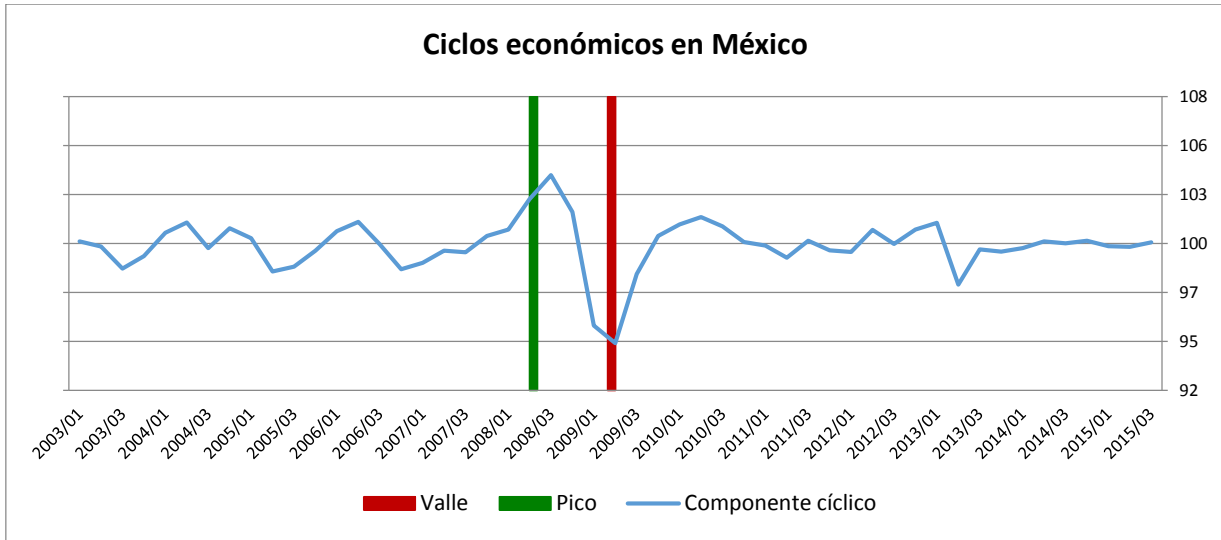
Cuadro 12. Ciclo del PIB Nacional. Elaboración propia con datos del INEGI

Una vez obtenido el componente cíclico del PIB Nacional, procedemos a utilizar el algoritmo Bry-Boschan para determinar los puntos de giro ubicados en la serie de tiempo y localizar los ciclos económicos. Los resultados de esta aplicación se muestran en los Cuadro 13 y Cuadro 14, donde podemos observar el pico y valle que significan puntos de giro: de expansión a desaceleración en 2008/02 y de recesión a recuperación en 2009/02.

Estado	Duración Trimestral	Punto de giro
Expansión → Desaceleración	25	2008/02
Recesión → Recuperación	4	2009/02

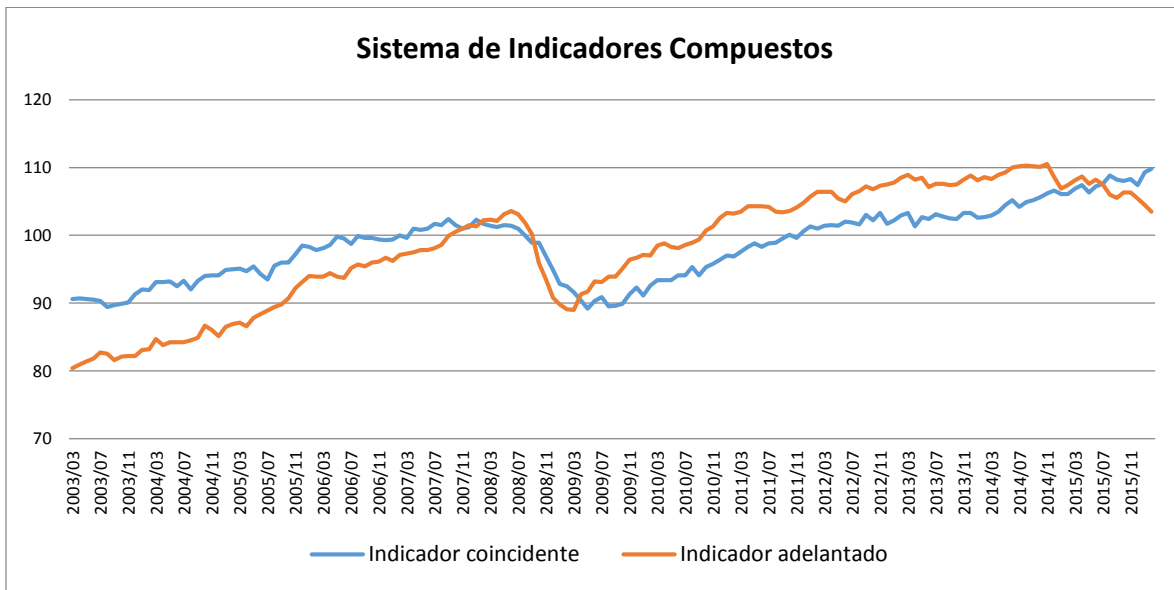
Cuadro 13. Duración de las fases del ciclo económico. Elaboración propia





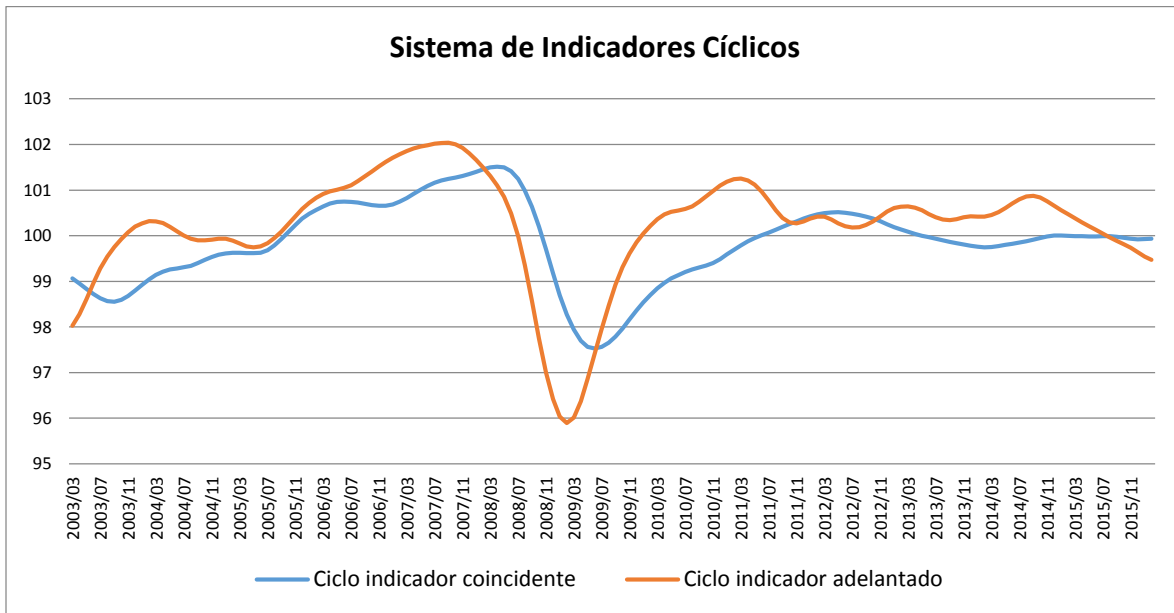
Cuadro 14. Picos y Valles en el PIB Nacional, según el algoritmo Bry-Boschan. Elaboración propia a partir de datos del INEGI

Ahora analizamos los resultados del Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado, que se presentan mediante una serie de frecuencia mensual. En el Cuadro 15 se puede apreciar que los resultados del Indicador Coincidente ‘siguen’ a los resultados del Indicador Adelantado, situación que se deriva precisamente de la naturaleza de los indicadores.



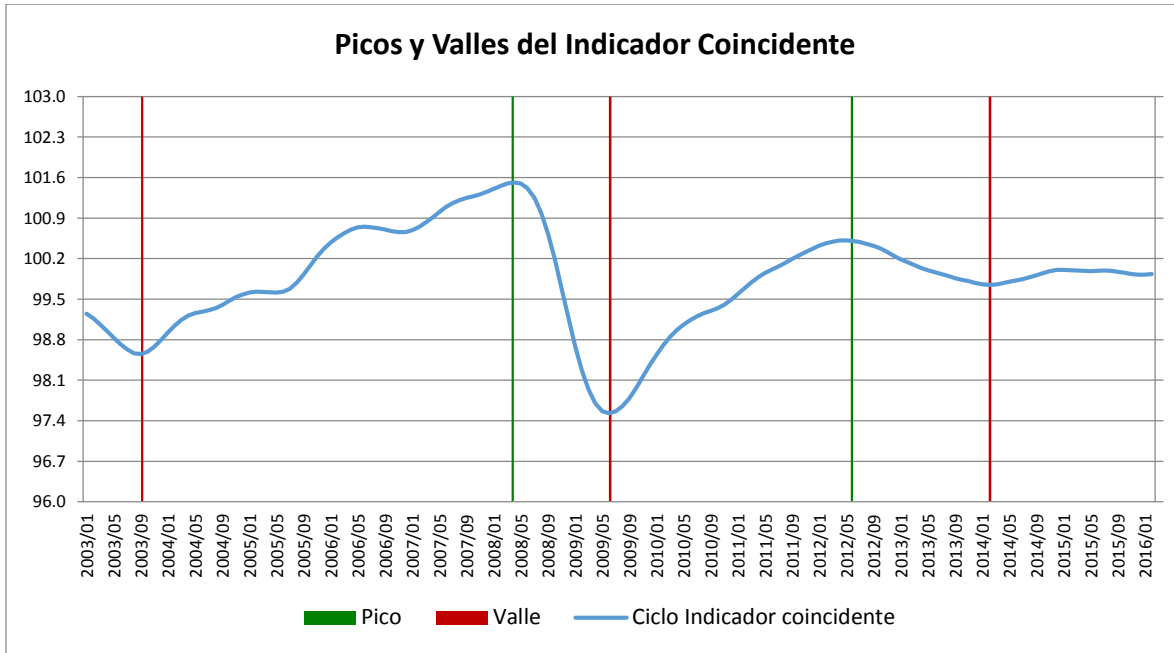
Cuadro 15. Serie histórica del Sistema de Indicadores Compuestos: coincidente y adelantado. Elaboración propia con datos del INEGI

La situación observada en la serie histórica del Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado se replica en el Cuadro 16 con respecto al Sistema de Indicadores Cíclicos, el cual representa el componente de cíclico de los Indicadores Coincidente y Adelantado: se puede apreciar cómo el ciclo del Indicador Coincidente presenta cierto rezago o desfase respecto al ciclo del Indicador Adelantado. Esta observación nos llevó a realizar una prueba que permitiera determinar cuál es el rezago que mejor se ajusta entre los ciclos de dichos indicadores, los resultados de dicha prueba se muestran más adelante dentro de este mismo capítulo.



Cuadro 16. Componente cíclico de los indicadores coincidente y adelantado. Elaboración propia con datos del INEGI

Procedemos ahora a utilizar el Reloj de los ciclos económicos para localizar los puntos de giro en la serie correspondiente al Indicador Coincidente, el cual es el que refleja el estado general de la economía del país; los resultados de esta aplicación se muestran en los cuadros Cuadro 17 y Cuadro 18. Puntos de giro en el Indicador Adelantado según el Reloj de ciclos económicos INEGI.



Cuadro 17. Puntos de giro en el Indicador Coincidente de acuerdo con el Reloj de ciclos económicos INEGI.

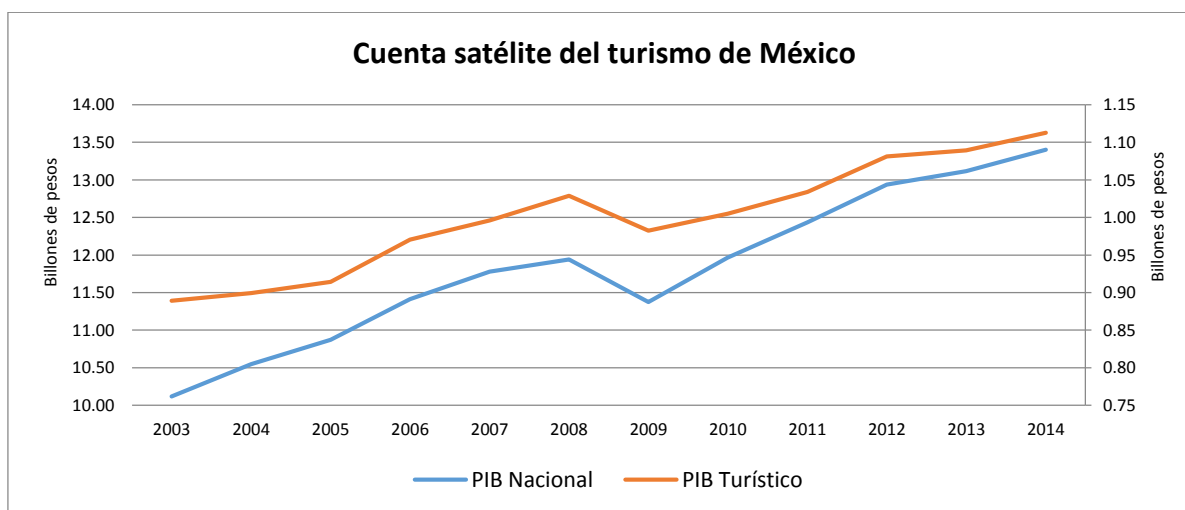
Punto de giro	Recesión → Recuperación	Expansión → Desaceleración	Duración del ciclo (meses)
2003/09	●		
2008/04		●	
2009/06	●		69
2012/06		●	
2014/02	●		56

Cuadro 18. Puntos de giro en el Indicador Adelantado según el Reloj de ciclos económicos INEGI

Al analizar los cuadros Cuadro 14. Picos y Valles en el PIB Nacional, según el algoritmo Bry-Boschan. Elaboración propia a partir de datos del INEGI y Cuadro 17. Puntos de giro en el Indicador Coincidente de acuerdo con el Reloj de ciclos económicos INEGI. se percibe coincidencia en los datos analizados del PIB y del SIC: el pico correspondiente a abril del 2008 y el valle localizado en junio de 2009 pertenecen al segundo trimestre de los años respectivos.

## 4.2 Relación entre PIB Nacional y PIB Turístico

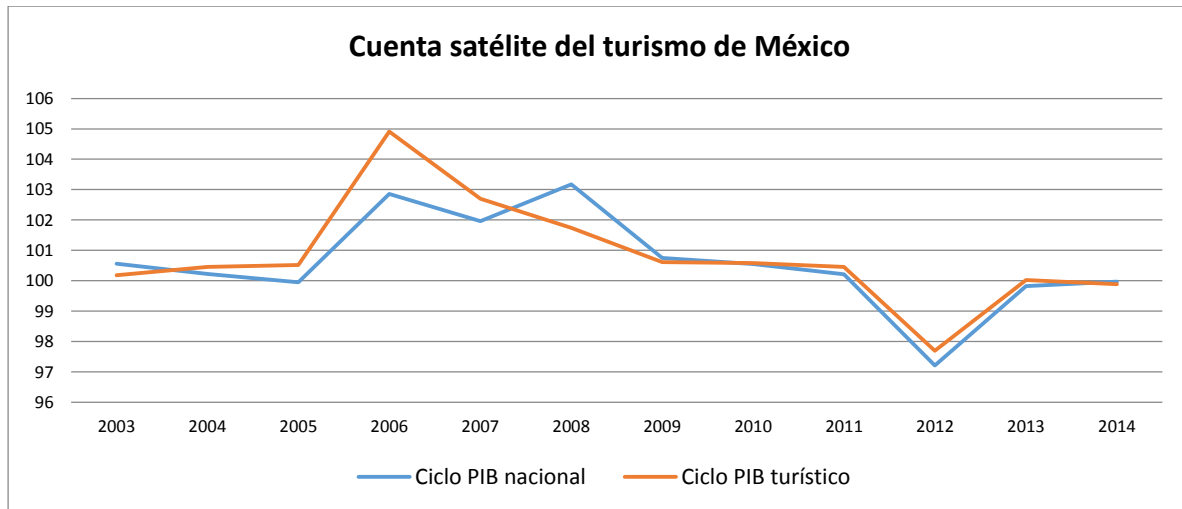
A continuación se presenta la metodología utilizada para determinar la relación entre los resultados del sector turístico y de la economía nacional. De inicio se realizó un análisis de los datos anuales del PIB Turístico y del PIB Nacional que se presentan en la Cuenta Satélite del Turismo de México (CSTM), para el periodo 2003-2014. Estos datos, obtenidos a través del INEGI, se presentan en el Cuadro 19, donde se puede observar que el sector turístico y la economía nacional se comportan de manera similar.



Cuadro 19. Resultados del sector turístico y de la economía nacional a través del PIB. Elaboración propia con datos del INEGI

Del análisis de estos datos se tiene que el PIB Turístico es equivalente en promedio al 8.5% del PIB Nacional. Adicionalmente, 2003 fue el año con mejor desempeño para el sector turístico, alcanzando el 8.8% del PIB Nacional, mientras que en el año 2013 el resultado del turismo representó el 8.3% del PIB Nacional. Derivado también de nuestro análisis surgen observaciones interesantes, siendo una de estas el desempeño del turismo durante la crisis mundial de los años 2008 y 2009, el cual mostró un crecimiento de 1.9% y 0.2%, respectivamente.

Por otro lado, tenemos en el Cuadro 20 los datos correspondientes a los componentes cíclicos tanto del PIB Turístico como del PIB Nacional y notamos la relación entre ambas series, la cual se vuelve más estrecha a partir del año 2009.



Cuadro 20. Componente cíclico del PIB Nacional y turístico. Elaboración propia con datos del INEGI

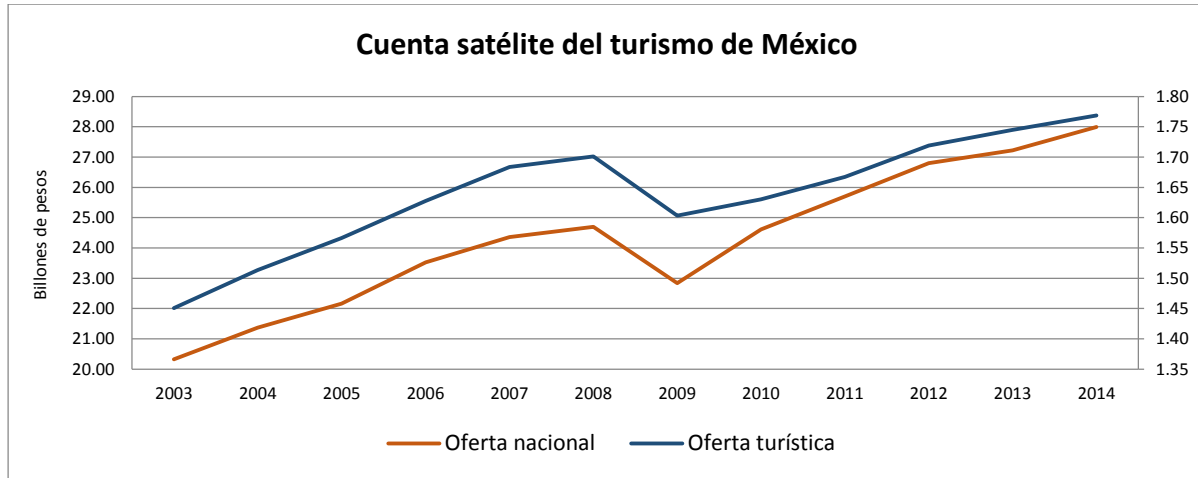
Una vez hecho el análisis gráfico de los datos anteriores, realizamos una regresión lineal para determinar la relación entre estas variables y obtenemos la ecuación que la representa:

$$PIB\ Turístico = 157,811.9 + 0.07124 * PIB\ Nacional$$

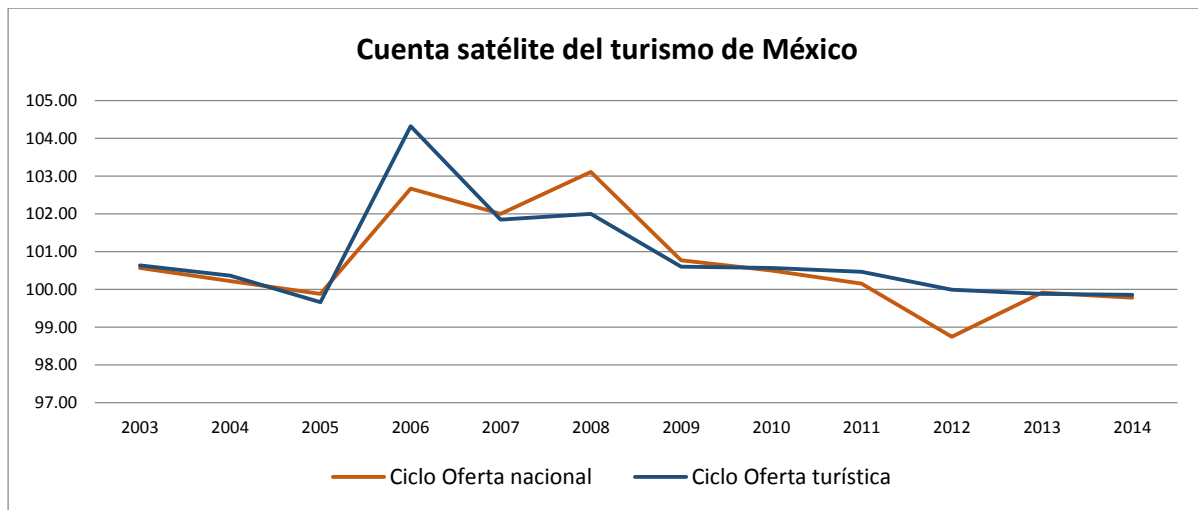
Dicha ecuación arroja un Porcentaje de Error Medio (PEM) de -0.01%, el cual consideramos aceptable.

Ahora bien, al inicio de este trabajo se mencionó que el turismo puede verse como un mercado, donde tenemos la oferta (bienes y servicios producidos para satisfacer las necesidades de los turistas) y la demanda (bienes y servicios consumidos por los turistas); resaltamos también que en este caso los resultados del sector turístico se miden a través de la oferta. De tal modo que a continuación se presentan los resultados turístico y nacional a través de su oferta, observados dentro de la CSTM.

Al observar los cuadros Cuadro 21 y Cuadro 22, se puede apreciar que la información correspondiente a la oferta es consistente con la información del PIB, además de la relación existente entre el turismo y la economía nacional.



Cuadro 21. Oferta nacional y turística de bienes y servicios. Elaboración propia con datos del INEGI



Cuadro 22. Componente cíclico de la Oferta nacional y turística de bienes y servicios. Elaboración propia con datos del INEGI

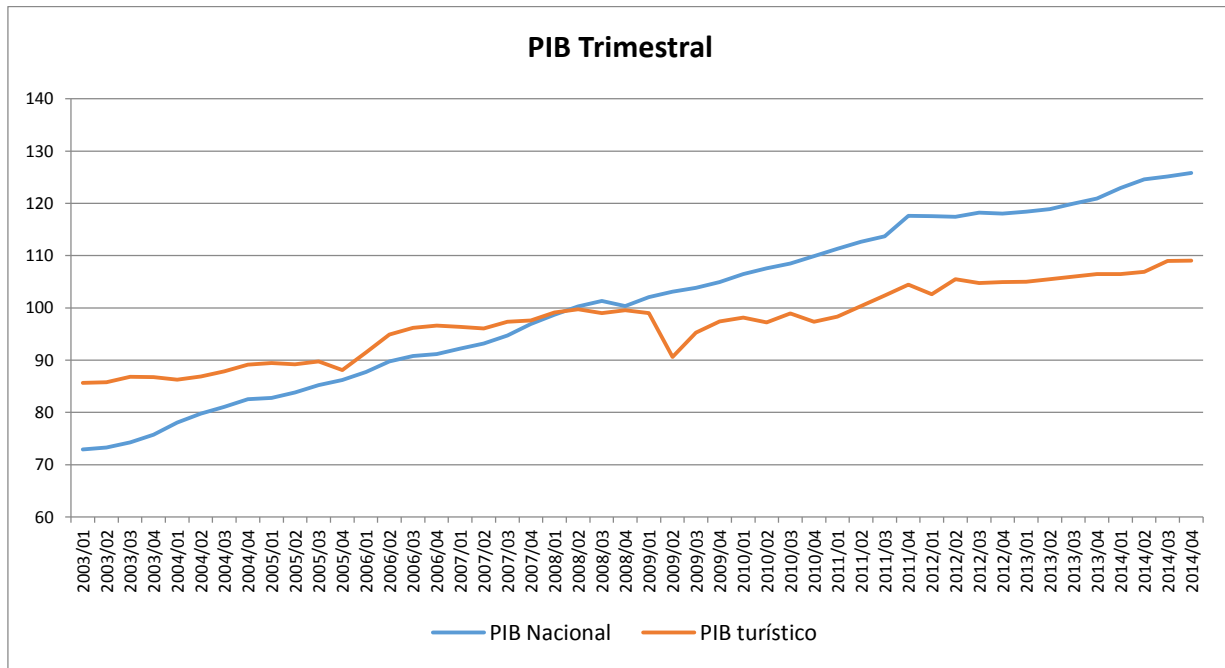
De la misma manera que se hizo con los datos del PIB, se analiza la información de la CSTM correspondiente a la Oferta de bienes y servicios tanto del sector turístico como nacional para obtener su relación. Este análisis lleva al siguiente resultado:

$$Oferta\ turística = 710,168.8 + 0.03825 * Oferta\ nacional$$

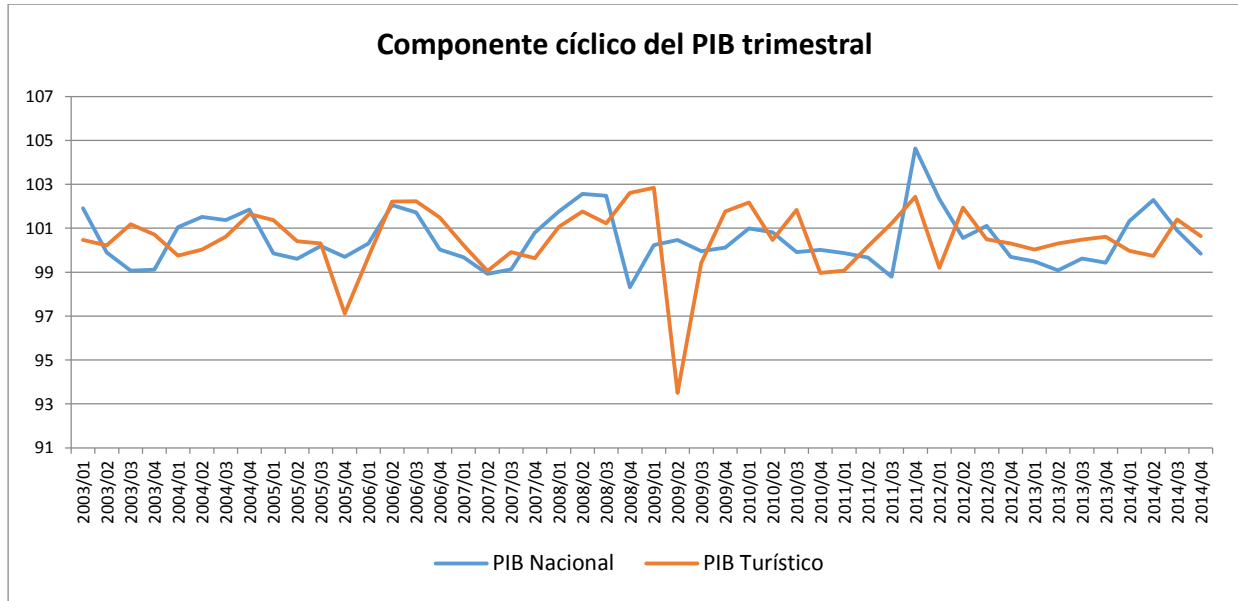
En este caso, la ecuación arroja un PEM es -0.02%.

Ahora replicamos el análisis gráfico y por regresión a los datos trimestrales del PIB Nacional y turístico, expresados como índices de precios implícitos. Este análisis trimestral facilitará la

aplicación del modelo ya que al trabajar con series de mayor frecuencia podemos pronosticar para un periodo más inmediato. A través de los Cuadro 23 y Cuadro 24. Componentes cíclicos de las series trimestrales del PIB Nacional y Turístico. Elaboración propia a partir de datos del INEGI Cuadro 24, mostramos el comportamiento del PIB Nacional y Turístico, donde notamos que las series no muestran una coincidencia tan evidente como las series de frecuencia anual que analizamos previamente, aunque siguen presentando cierta concordancia. De ahí la pertinencia de aplicar una regresión a los datos para determinar su relación.



Cuadro 23. PIB trimestral Nacional y Turístico, expresados como índices de precios implícitos. Elaboración propia con datos del INEGI



Cuadro 24. Componentes cíclicos de las series trimestrales del PIB Nacional y Turístico. Elaboración propia a partir de datos del INEGI

Derivada de la aplicación del análisis por regresión, tenemos entonces una ecuación que determina la relación que existe entre los resultados trimestrales del sector turístico y de la economía nacional:

$$PIB\ Turístico = 55.38688 + 0.4148 * PIB\ Nacional$$

Esta ecuación corresponde a un PEM de -0.05% entre los datos pronosticados y los observados.



#### 4.3 Relación entre el PIB Nacional y los ciclos económicos

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo del presente trabajo es proporcionar un modelo de pronóstico sobre el PIB Turístico basado en su relación el PIB Nacional y la relación de este último con los ciclos económicos. En la sección anterior, hemos establecido ya la relación entre el PIB Turístico y el PIB Nacional; en esta sección analizaremos la relación existente entre el PIB Nacional y los ciclos económicos, aprovechando la información del Sistema de Indicadores Cíclicos que brinda el INEGI.

En este punto del trabajo se presenta un inconveniente: la información necesaria para realizar nuestro análisis corresponde a series de tiempo de diferentes frecuencias, los datos del SIC son mensuales mientras que los datos del PIB Nacional son trimestrales. Es por ello que nos vemos en la necesidad de estimar los resultados de PIB Nacional mensual, lo cual hacemos con base en un artículo (Elizondo, 2012). En dicho artículo se aprovecha la relación entre el IGAE y el PIB para aplicar el filtro de Kalman al realizar la estimación; el detalle de la estimación realizada en hojas de cálculo para este trabajo se presenta en el Apéndice E. Estimación del PIB mensual basada en el IGAE. El resultado de la aplicación del filtro de Kalman nos permitirá contar con una serie de tiempo mensual (pronosticada) del PIB, cuya frecuencia es consistente con la serie de tiempo del SIC.

En el siguiente Cuadro 25 mostramos un extracto del pronóstico obtenido con el filtro de Kalman, así como la información del SIC. Esta es la información que se analizará para determinar la relación entre el PIB y los ciclos económicos.

Periodo (aaaa/mm)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	PIB pronosticado	Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado	Ciclo PIB pronosticado
2003/03	90.60	80.40	50.05341	99.06312	98.02821	98.50475
2003/04	90.70	80.90	50.41071	98.95058	98.28236	98.49302
2003/05	90.60	81.40	50.31186	98.83463	98.61043	98.00033
...	...	...	...	...	...	...
2015/12	107.40	105.40	178.01882	99.92117	99.64014	99.80281
2016/01	109.30	104.50	183.41951	99.92464	99.54290	103.93533
2016/02	109.80	103.50	184.23683	99.93644	99.47289	103.48388

Cuadro 25. Resultados de la aplicación del filtro de Kalman (extracto). Elaboración propia.

En este punto es importante hablar sobre la consistencia de las frecuencias y periodos con que se presenta la información en el Banco de Información Estadística (BIE) del INEGI. Los datos correspondientes al SIC abarcan desde el año 1980, mientras que los datos de mayor antigüedad con que se cuenta respecto al PIB datan de 1993. Es así que el pronóstico mensual se realizó utilizando la serie más larga con que se cuenta sobre el PIB trimestral, buscando aprovechar una serie de la mayor longevidad posible.

Ahora contamos con las condiciones necesarias para analizar la información mensual para el periodo 2003/03 – 2016/02. El análisis se llevará a cabo a través de los indicadores cíclicos de las series de tiempo, en tres partes:

1. Relación PIB mensual – Indicador Coincidente. Nos indicará si nuestro PIB pronosticado refleja el comportamiento del estado general de la economía nacional.
2. Relación Indicador Adelantado – Indicador Coincidente. Nos indicará cuán adelantado es el pronóstico respecto al estado general de la economía nacional.
3. Relación Indicador Adelantado – PIB mensual pronosticado. Nos indicará cuán adelantado es el pronóstico con respecto al PIB mensual pronosticado

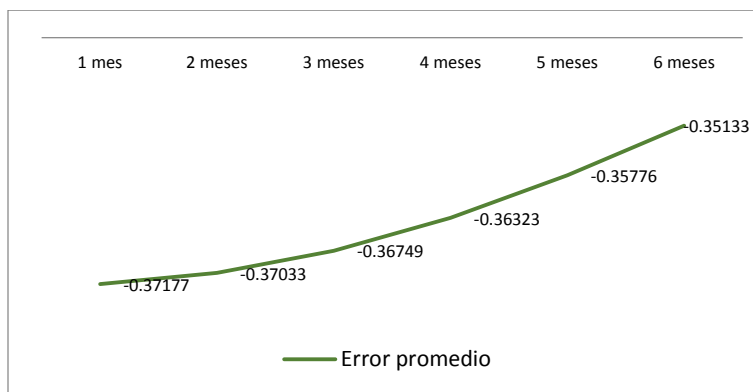
Iniciamos con la relación de los indicadores del SIC, revisando el rezago que presenta el componente cíclico del Indicador Adelantado respecto al del Indicador Coincidente; es decir, calculamos el error entre los valores de las series de acuerdo con el siguiente Cuadro 26:

Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado (rezagado)						
	Sin rezago	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
2003/03	2003/03						
2003/04	2003/04	2003/03					
2003/05	2003/05	2003/04	2003/03				
...	...	...	...	...	...	...	...
2015/12	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08	2015/07	2015/06
2016/01	2016/01	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08	2015/07
2016/02	2016/02	2016/01	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08

Cuadro 26. Índices para calcular el error en los rezagos del SIC. Elaboración propia.

Una vez que rezagamos la información, obtenemos los errores promedio de dichos rezagos y analizamos su comportamiento. Como podemos observar en los resultados que se muestran en los Cuadros 27, el rezago de un mes es el que presenta el mínimo error promedio, lo cual nos lleva a concluir que entre el ciclo del Indicador Adelantado y el ciclo del Indicador Coincidente existe un rezago de un mes. Dicho de otra manera, el resultado pronosticado a través del Indicador Adelantado se presentará el próximo mes.

Rezago	Error promedio
1 mes	-0.37177
2 meses	-0.37033
3 meses	-0.36749
4 meses	-0.36323
5 meses	-0.35776
6 meses	-0.35133



Cuadros 27. Comportamiento del error entre los ciclos de los indicadores coincidente y adelantado. Elaboración propia

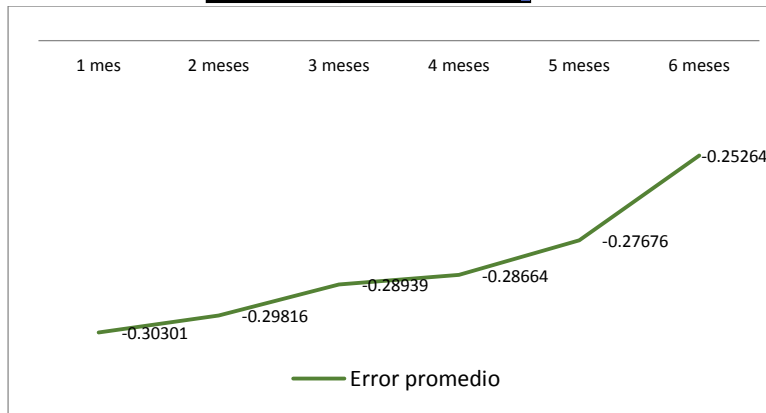
Ahora analizamos el rezago que presenta el componente cíclico del Indicador Adelantado con respecto al del PIB mensual que estimamos aplicando el filtro de Kalman, utilizando los datos de la forma:

Ciclo PIB mensual pronosticado	Ciclo Indicador Adelantado (rezagado)						
	Sin rezago	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
2003/03	2003/03						
2003/04	2003/04	2003/03					
2003/05	2003/05	2003/04	2003/03				
...	...	...	...	...	...	...	...
2015/12	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08	2015/07	2015/06
2016/01	2016/01	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08	2015/07
2016/02	2016/02	2016/01	2015/12	2015/11	2015/10	2015/09	2015/08

Cuadro 28. Índices para calcular el error en los rezagos entre el SIC y el PIB pronosticado. Elaboración propia.

Obtenemos los errores promedio para cada rezago y observamos que en este caso los datos que presentan el mínimo error son los correspondientes a un mes de rezago. En los Cuadros 29 se exponen los resultados mencionados.

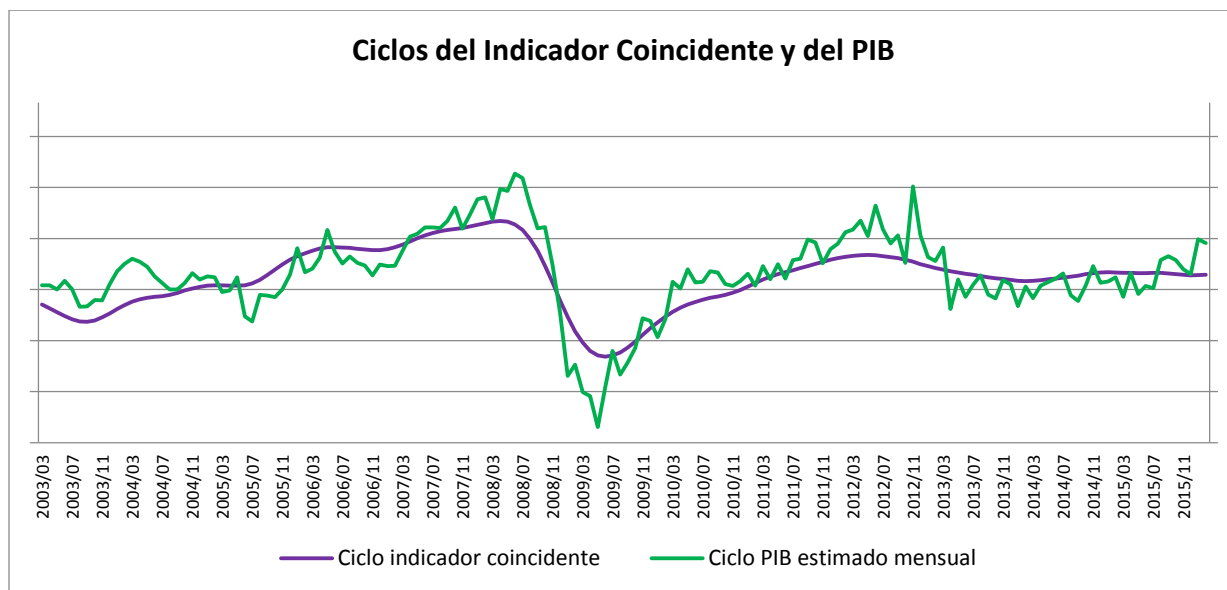
Rezago	Error promedio
1 mes	-0.30301
2 meses	-0.29816
3 meses	-0.28939
4 meses	-0.28664
5 meses	-0.27676
6 meses	-0.25264



Cuadros 29. Comportamiento del error entre los ciclos del PIB mensual y del Indicador Adelantado. Elaboración propia

Los resultados obtenidos hasta este momento muestran que el Indicador Adelantado representa el pronóstico del mes siguiente tanto para el Indicador Coincidente como para el ciclo del PIB estimado mensual, resta confirmar si el comportamiento de nuestro PIB estimado mensual y el del Indicador Coincidente son similares. Este análisis también se realiza a través de sus componentes cíclicos.

En el Cuadro 30 se expone el comportamiento cíclico que exhiben el Indicador Coincidente y el PIB estimado mensual, donde se puede observar afinidad. Para hallar esta relación se emplean las diferencias entre los valores de ambos índices para cada periodo de la serie de tiempo, calculando así su error.



Cuadro 30. Comportamiento cíclico del PIB estimado mensual vs comportamiento cíclico del Indicador Coincidente. Elaboración propia

El PEM entre los componente cíclicos del Indicador Coincidente y del PIB estimado mensual es -0.04%, lo cual nos confirma que ambos ciclos presentan comportamiento similar y nos faculta para confiar en nuestro pronóstico del PIB mensual.

Es así que podremos utilizar el valor que presente el componente cíclico del Indicador Adelantado para retroalimentar nuestra estimación del PIB mensual, lo cual nos permitirá generar un pronóstico suficientemente acertado del PIB trimestral y, por lo tanto, del PIB Turístico. Por lo tanto, el pronóstico que obtengamos sobre el sector turístico será suficientemente fiable para poder tomar las decisiones que se requieran.

#### 4.4 Modelo de pronóstico

Finalmente, exponemos el modelo de pronóstico que obtuvimos al aplicar la metodología descrita en Capítulos anteriores y detallada a lo largo de este Capítulo IV. Aplicación del modelo.

1. A través del BIE del INEGI obtenemos el valor del componente cíclico del Indicador Adelantado del periodo más reciente  $t$ .
2. Utilizamos este valor para actualizar nuestro filtro de Kalman y con ello, obtener un pronóstico del PIB Nacional mensual para el periodo  $t + 1$ , el cual permitirá a su vez pronosticar el PIB trimestral en los casos cuyo pronóstico corresponda al cierre de cada trimestre (marzo, junio, septiembre, diciembre).
3. Una vez que tenemos el pronóstico del PIB Nacional mensual (o trimestral, dado el caso), podemos calcular el pronóstico para el PIB Turístico correspondiente a  $t + 1$  aplicando la fórmula:

$$PIB\ Turístico = 55.38688 + 0.4148 * PIB\ Nacional$$

4. Cuando se cuente con información actualizada sobre el PIB Nacional trimestral y el IGAE, se recalibra el modelo y se puede regresar al paso 1.

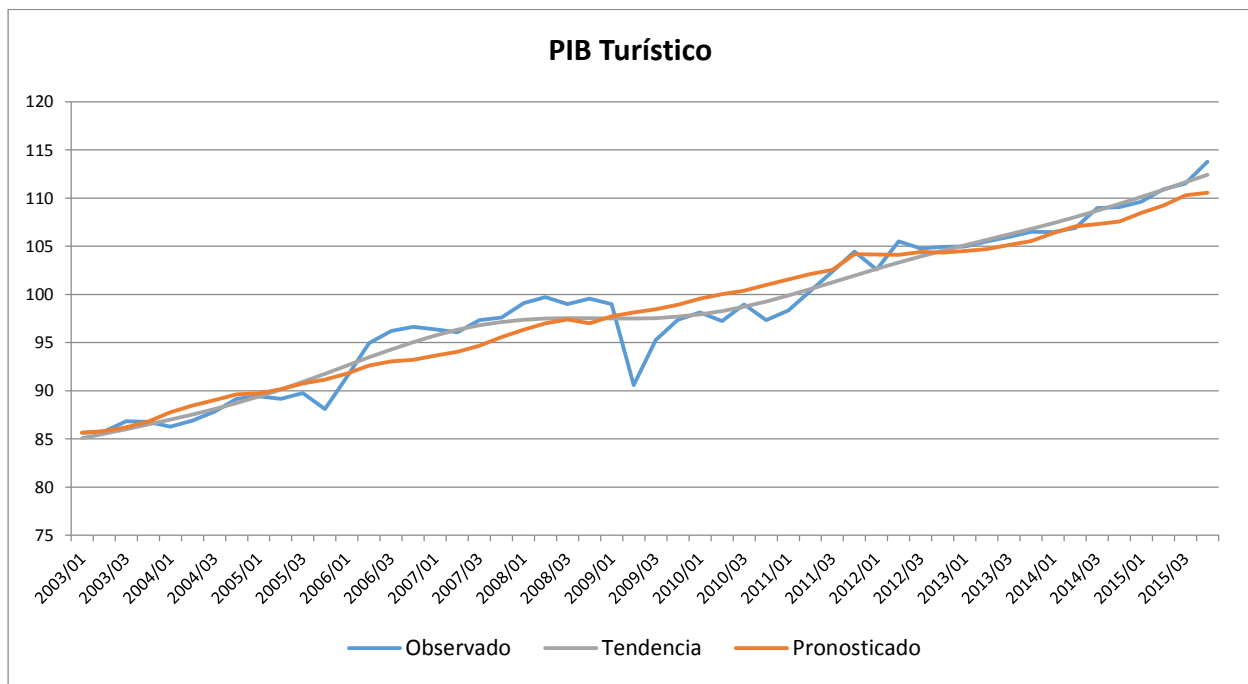
Una vez que hemos establecido el modelo de pronóstico, lo validamos para un periodo de cuatro trimestres, los cuales corresponden al año 2015. Los resultados de dicha validación se presentan en los Cuadros Cuadro 31. Validación del Modelo de Pronóstico para el PIB Nacional Trimestral, Cuadro 32. Validación del pronóstico para el PIB Turístico y Cuadro 33.



Cuadro 31. Validación del Modelo de Pronóstico para el PIB Nacional Trimestral

El Cuadro 31 muestra el pronóstico del PIB Nacional trimestral (pasos 1, 2 y 4), donde observamos que la serie correspondiente a la aplicación del filtro de Kalman muestra cierta coincidencia con la tendencia del PIB observado. Esta aplicación incluye la calibración del filtro de Kalman con los datos observados al cierre de 2014.

En el Cuadro 32 presentamos el resultado de aplicar nuestro 4.4 Modelo de pronóstico completo, es decir, este pronóstico del PIB Turístico trimestral para el año 2015 está basado en la relación entre los resultados de la economía nacional y del sector turístico, además de la relación que mantiene el PIB Nacional con el comportamiento cíclico de los Indicadores Coincidente y Adelantado.



Cuadro 32. Validación del pronóstico para el PIB Turístico

Este Cuadro 32 también incluye la tendencia del PIB Turístico observado, lo que nos permite mostrar cómo la serie con datos pronosticados y la serie con datos observados presentan cierta concordancia en su comportamiento.

Periodo	PEM	PEAM
2003 - 2014	-0.05%	1.68%
2015	1.63%	1.63%
2003 - 2015	0.08%	1.68%

Cuadro 33. Errores del modelo respecto a los datos observados.

Adicionalmente, en el Cuadro 33. Errores del modelo respecto a los datos observados. Cuadro 33 incluimos los errores encontrados entre los datos observados y los datos pronosticados; estos errores se calcularon sobre el PIB Turístico trimestral para los distintos periodos en que aplicamos el 4.4 Modelo de pronóstico. En este Cuadro 33 es importante destacar que el PEAM mantiene su tendencia de largo plazo.



## Conclusiones

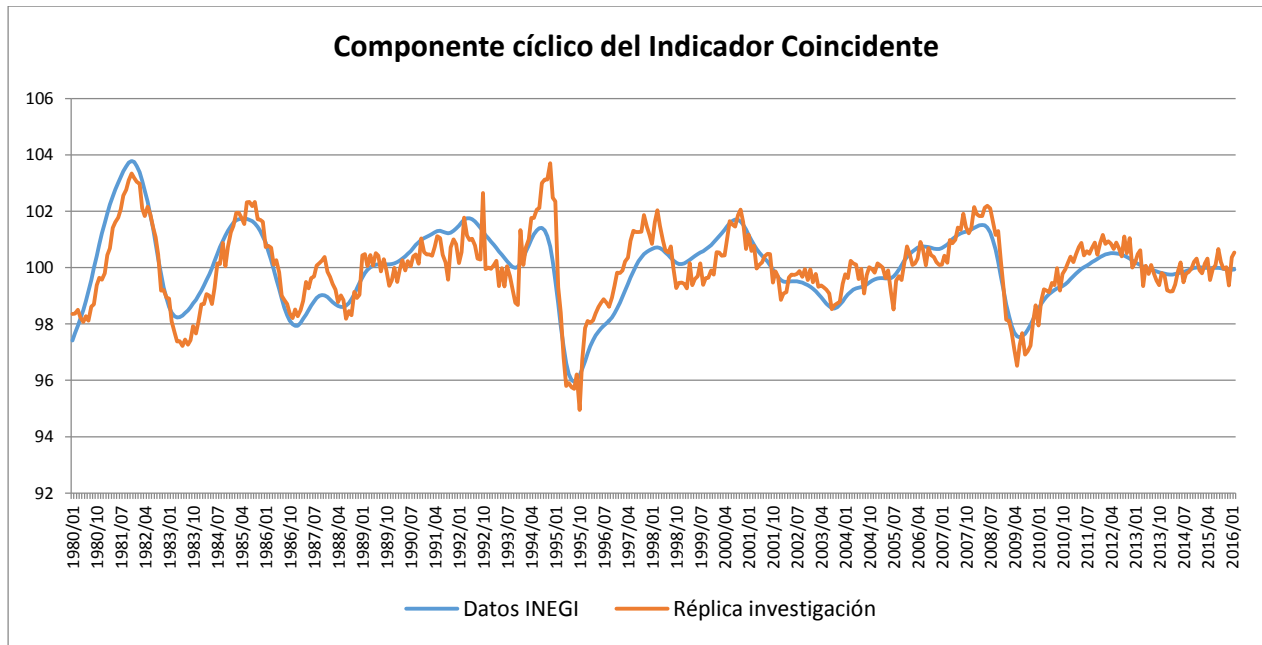
A lo largo de este trabajo utilizamos la diferencia existente entre el PIB nacional y el PIB Turístico para establecer la relación existente entre la economía nacional y el sector turístico, utilizando para ello no solo los datos sobre sus resultados, sino aprovechando también la información existente sobre el comportamiento cíclico de sus indicadores.

Los resultados de nuestro análisis nos permiten concluir que es posible encontrar relación entre los resultados del PIB Turístico y el PIB Nacional. Esta relación puede determinarse separando ciclicidad y tendencia, mediante la aplicación del filtro Hodrick-Prescott, el cual forma parte de las teorías sobre series de tiempo. Otra herramienta útil en nuestro análisis la encontramos en el análisis de regresión lineal, utilizando para ello una hoja de cálculo, habiendo encontrado una recta de regresión que explica un 95% de los cambios del PIB Turístico a partir de los cambios en el PIB Nacional

Al revisar los datos respectivos al componente cíclico del Indicador Coincidente, observamos que los resultados obtenidos por la aplicación de la metodología que desarrollamos alcanzó un Porcentaje de Error Medio de -0.002% respecto a los datos obtenidos por el INEGI, dando así certeza a nuestro desarrollo.

Asimismo, es importante hacer notar que la combinación del análisis gráfico y empírico, seguido de la aplicación de técnicas formales de estadística y series de tiempo, permite generar modelos eficaces y eficientes para el pronóstico de este tipo de datos, y que estas técnicas no solamente están alineadas con la metodología descrita por el INEGI, sino que producen pronósticos con alta precisión. En el caso particular de los datos analizados, la precisión alcanzada fue de más de 95%, y siendo esta metodología consistente con la utilizada por el INEGI, da certidumbre al inversionista y le permite tomar decisiones anticipadas, para hacer frente a los cambios económicos que se avecinen en el corto plazo, y en ocasiones, hasta sacar ventaja de ellos.

Con el fin de evaluar el desempeño de nuestro modelo, generamos pronósticos para el desempeño del sector turístico en los 4 trimestres de 2015 y los comparamos con los resultados reales reportados por INEGI, donde observamos que el error promedio para ese periodo es 1.826, que corresponde a una diferencia porcentual de 1.63% con relación a los datos reales de 2015 y de 0.08% para los datos reales del periodo 2003-2015, lo cual nos muestra la eficiencia de nuestro modelo.



Cuadro 34. Resultados de la aplicación de la metodología INEGI al Indicador Coincidente. Elaboración propia

Mediante la combinación de diversos métodos de análisis de series de tiempo que van desde los más tradicionales como alisamiento exponencial y descomposición de series de tiempo, hasta otros más sofisticados y modernos como son los autorregresivos y la aplicación de filtros, fue posible sortear los retos derivados principalmente de la fuente de información, ya que los datos obtenidos a través de fuentes oficiales se presentan para diferentes periodos, además de tener frecuencias distintas y sumado a que los mismos indicadores son presentados en distintas formas cuando se requieren para sectores específicos, por ejemplo, el PIB Nacional se nos muestra en millones de pesos, mientras que el PIB Turístico se presenta como índice de precios implícitos.

En cuanto a la frecuencia de las series de tiempo que conformaron la base para el desarrollo del modelo, el mayor inconveniente fue no contar con una serie mensual del PIB Nacional que se pudiera comparar contra el SIC y es ahí donde las investigaciones revisadas dentro del Estado del arte resultaron tan importantes; una de las principales referencias fue el artículo “Estimaciones del PIB Mensual Basadas en el IGAE” de Rocío Elizondo (2012), el cual sirvió de guía para crear una serie de tiempo de frecuencia mensual, compatible con el propósito de la investigación. El artículo utilizó datos sobre el IGAE y el PIB Nacional en millones de pesos con Base 2003; en la aplicación para este trabajo se emplearon, en cambio, datos sobre el PIB Nacional en índice de precios implícitos con Base 2008.

Finalmente, a partir de los resultados observados, concluimos que nuestro modelo permite generar un pronóstico suficientemente acertado sobre el PIB Turístico, al incorporar tanto su relación con el desempeño de la economía nacional como la evolución de los ciclos económicos, el cual puede

servir como herramienta para tomar las decisiones de inversión, planeación o política económica respecto al sector turístico que se requieran.

### **Recomendaciones**

Derivado de este trabajo, observamos que uno de los mayores retos en una investigación consiste en obtener información clara y consistente, por lo que resulta de vital importancia que en nuestras fuentes oficiales de información se propicie la generación de datos que se presenten con la misma frecuencia y para los mismos periodos entre los distintos sectores de la economía.

Otra recomendación es utilizar diferentes parámetros en la aplicación del filtro Hodrick-Prescott y del algoritmo Bry-Boschan, ajustándolos así a la naturaleza de los datos que se utilicen y a las condiciones de los distintos sectores o economías que esos datos representen.

### **Líneas abiertas de investigación**

Los resultados obtenidos en este trabajo se refieren al sector turístico y al comportamiento cíclico de la economía a nivel general, este estudio podría profundizarse al aplicarlo a nivel estatal, regional e incluso para alguna actividad productiva turística específica.

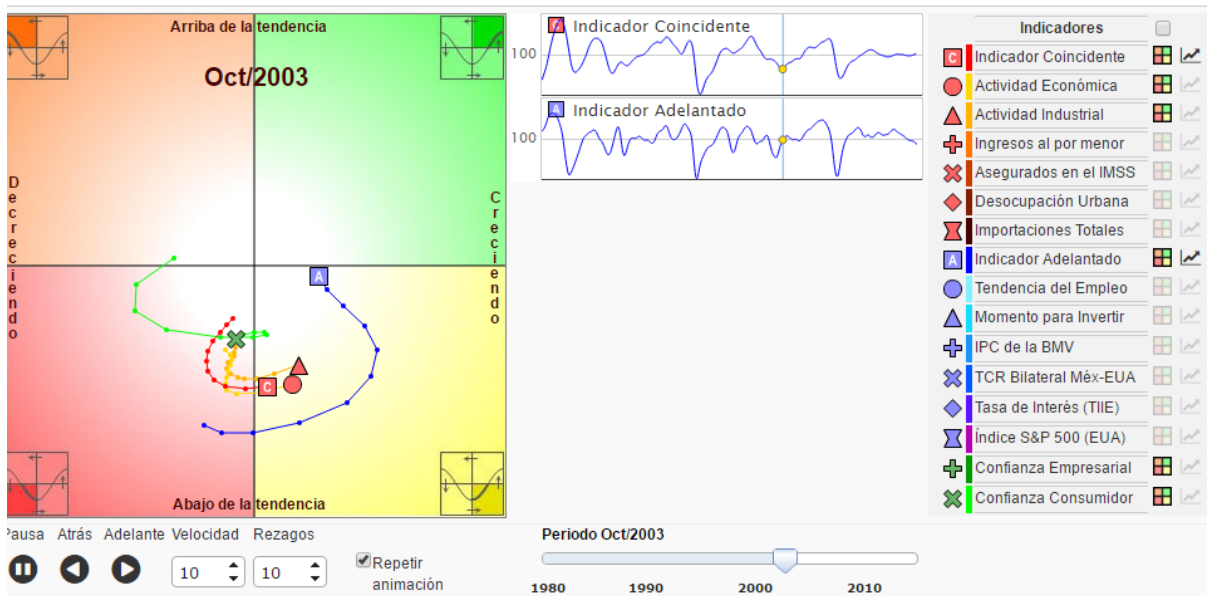
## Referencias y Bibliografía

- Barrón Arreola, K. S., & Gómez López, C. S. (2014). Ciclos económicos, emisiones contaminantes y flujos turísticos en México. En V. H. Luján, & C. E. Saldaña Durán, *Amor y odio: efectos ambientales, económicos y sociales del turismo* (págs. 1-22). Bloomington: Palibrio LLC.
- Bry, G., & Boschan, C. (1971). Programmed Selection of Cyclical Turning Points. En G. Bry, & C. Boschan, *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures* (págs. 7 - 63). NBER.
- Burns, A., & Mitchell, W. (1946). *Measuring Business Cycles*. New York: Columbia University Press.
- Business Cycle Dating Committee of the NBER. (20 de Septiembre de 2010). *NBER*. Obtenido de <http://www.nber.org/cycles/sept2010.html>
- Cáceres Hernández, J. J., Martín Rodríguez, G., & Martín Álvarez, F. J. (2012). *Introducción al análisis univariante de series temporales económicas*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Cuche, N. A., & Hess, M. K. (2000). Estimating monthly GDP in a general Kalman Filter framework: Evidence from Switzerland. *Economic and Financial Modelling*, 153-194.
- Elizondo, R. (2012). *Estimaciones del PIB Mensual Basadas en el IGAE*. Ciudad de México: Banco de México.
- Flores Ruiz, D., & Barroso González, M. d. (2011). *Comportamiento del turismo internacional en tiempos de crisis económicas*. España: Universidad de Huelva.
- Heath, J., & Garza-Aldape, p. E. (2012). *Lo que indican los indicadores. Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México*. México: INEGI.
- Hull, J. C. (1946). *Risk Management and Financial Institutions - Fourth Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- INEGI. (22 de Septiembre de 2014). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de Ayuda del reloj de ciclos económicos: [http://www.inegi.org.mx/sistemas/reloj\\_cicloseco/documentos/AyudaReloj.pdf](http://www.inegi.org.mx/sistemas/reloj_cicloseco/documentos/AyudaReloj.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Julio de 2010). *Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado*. Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Sistema de Cuentas Nacionales de México: cuenta satélite del turismo de México: fuentes y metodologías*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (28 de Febrero de 2015). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Obtenido de Sistema de indicadores cíclicos: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/metabol16.asp?s=inegi&c=301>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Metodología para la construcción del sistema de indicadores cíclicos*. Aguascalientes: INEGI.

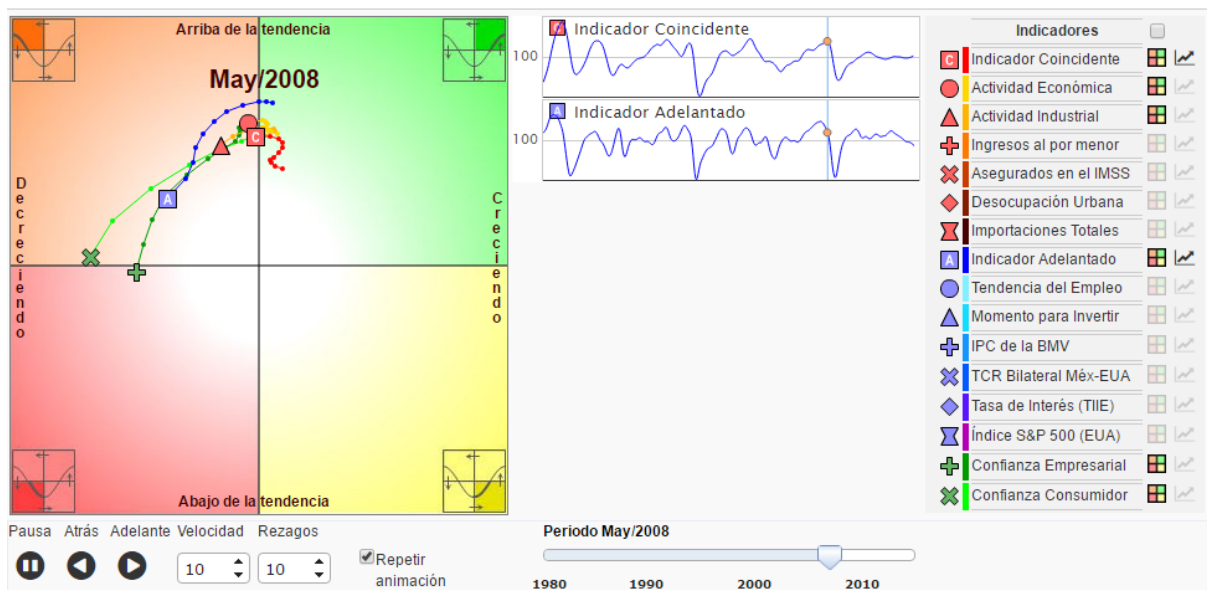
- Malfavón Ruiz, Y. (2013). *Tesis de maestría: Estudio de cambios estructurales asociados a puntos de inflexión en series financieras*. Ciudad de México: UNAM.
- Mariano, R. S., & Murasawa, Y. (2000). A new coincident index of business cycles based on monthly and quarterly series. *Journal of Applied Econometrics*, 427-443.
- Molina, S. (2007). *Política turística en México*. México: Trillas.
- OMT. (Julio de 2015). *Panorama OMT del turismo internacional Edición 2015*. Obtenido de Organización Mundial del Turismo: <http://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284416875>
- OMT. (Diciembre de 2015). *Tourism 2020 Vision: Organización Mundial del Turismo*. Obtenido de Organización Mundial del Turismo OMT: <http://www.unwto.org/facts/eng/vision.htm>
- PND. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Obtenido de <http://pnd.gob.mx/>: <http://pnd.gob.mx/>
- Ramírez Hernández, J. J. (2007). Ciclos económicos clásicos en el sector turístico mexicano. En P. B. Moyano Pesquera, N. Somarriba Arechavala, J. E. Fernández Arufe, & J. L. Rojo García, *Anales de economía aplicada 2007 Vol. 1 (Área I: Economía internacional y desarrollo)* (págs. 296-313). Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Secretaría de Turismo. (29 de Septiembre de 2014). <http://www.sectur.gob.mx/>. Obtenido de Visión y Misión: <http://www.sectur.gob.mx/conoce-la-sectur/vision-y-mision/>
- Suárez Ibujés, M. O. (2012). *Análisis de tendencia para series de tiempo*. Ibarra, Ecuador: Universidad técnica del norte.
- Suárez Ibujés, M. O. (2012). *Series de tiempo empleando Excel y Graph*. Ibarra, Ecuador: Universidad técnica del norte.
- Universidad Autónoma del Estado de México. (s.f.). *Dirección de Educación Continua y a Distancia*. Obtenido de [http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/u3tema\\_3\\_series\\_de\\_t.pdf](http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/u3tema_3_series_de_t.pdf)
- Vázquez Madrigal, G. (2007). *Tesis: Análisis de tendencias y ciclos económicos del sector turístico de México: un enfoque por el lado de la demanda*. Ciudad de México: UNAM.

## Apéndice A. Puntos de giro en el Reloj de ciclos económicos INEGI

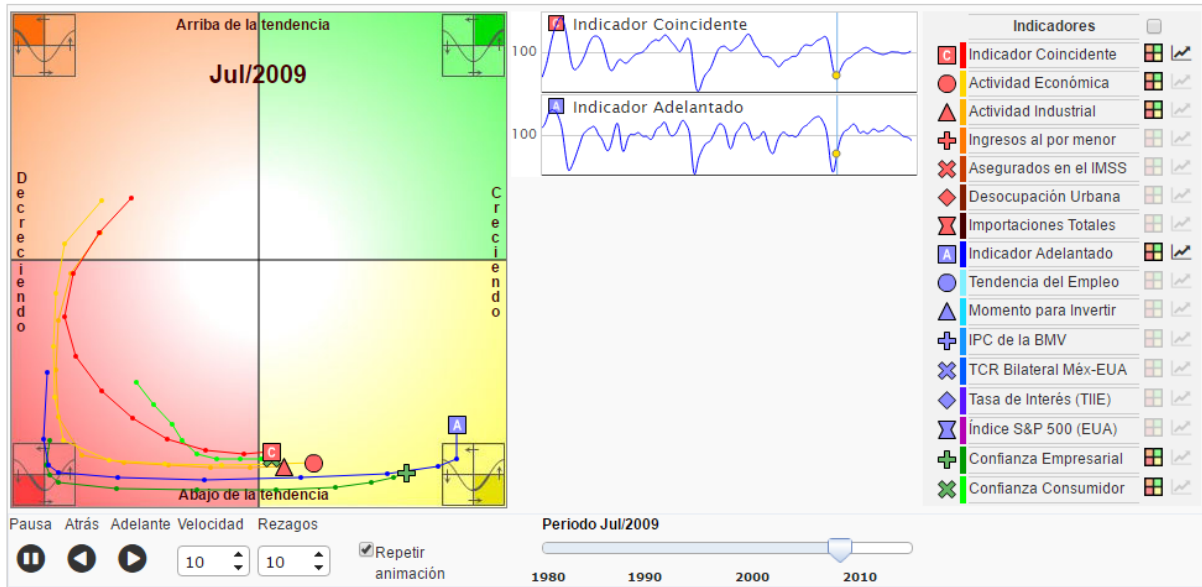
En esta sección se muestran los puntos de giro encontrados en el Reloj de ciclos económicos. Los cuadros incluyen los rezagos de 10 meses, de manera que se pueda observar el cambio en la fase correspondiente a cada mes para el Sistema de Indicadores Cíclicos.



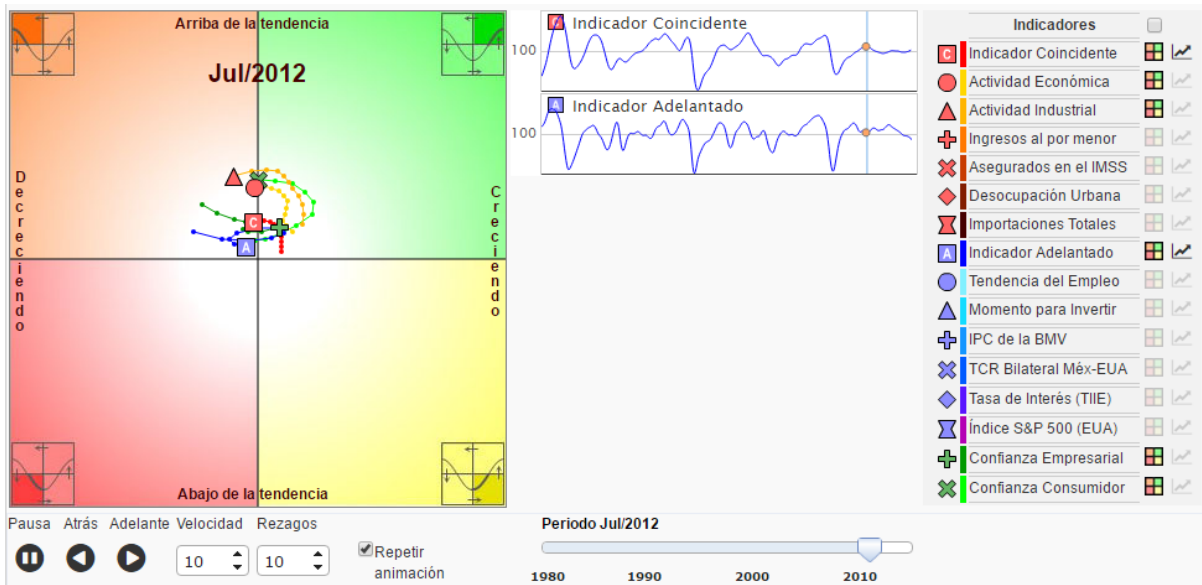
Cuadro 35. Fases del SIC en el Reloj de ciclos económicos INEGI, correspondientes al periodo 2003/10



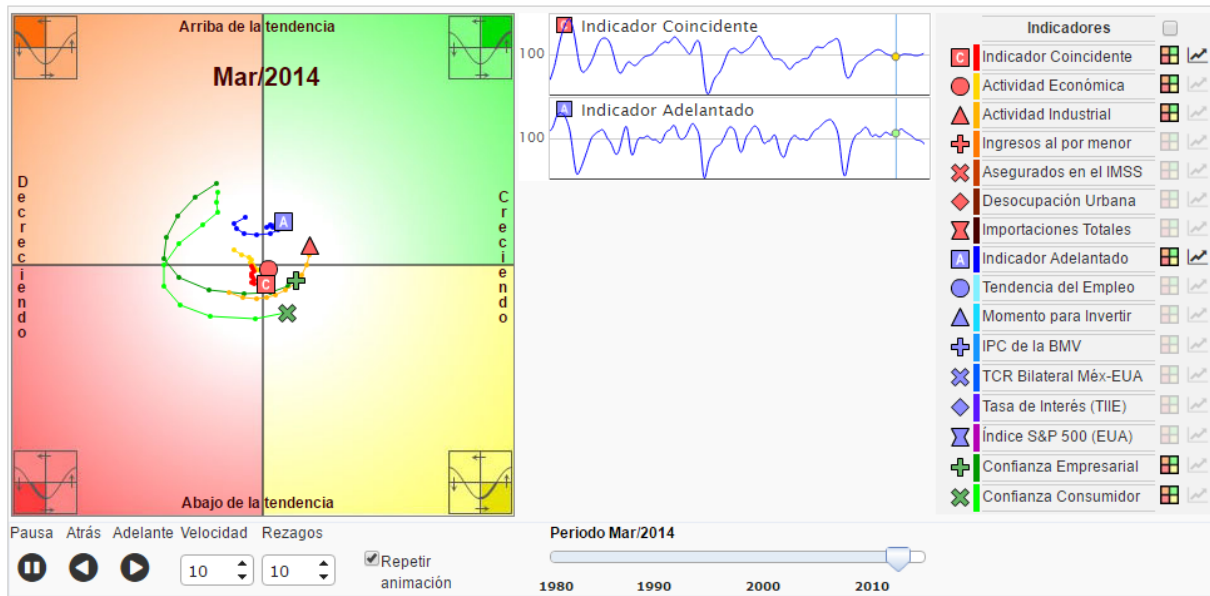
Cuadro 36. Fases del SIC en el Reloj de ciclos económicos INEGI, correspondientes al periodo 2008/05



Cuadro 37. Fases del SIC en el Reloj de ciclos económicos INEGI, correspondientes al periodo 2009/07



Cuadro 38. Fases del SIC en el Reloj de ciclos económicos INEGI, correspondientes al periodo 2012/07



Cuadro 39. Fases del SIC en el Reloj de ciclos económicos INEGI, correspondientes al periodo 2014/03



## Apéndice B. Cuenta Satélite del Turismo de México

Año	PIB Nacional	PIB Turístico	Ciclo PIB Nacional	Ciclo PIB Turístico
2003	10,119,898.13	888,968.72	100.54218	100.07948
2004	10,545,909.78	899,154.62	100.20137	100.44086
2005	10,870,105.27	914,477.26	100.00037	100.53321
2006	11,410,946.02	970,636.73	102.99464	105.70032
2007	11,778,877.71	996,119.79	101.98576	102.90705
2008	11,941,199.47	1,028,907.13	103.18406	101.74776
2009	11,374,629.53	982,398.14	100.75536	100.63203
2010	11,965,979.01	1,004,935.35	100.55350	100.58984
2011	12,435,057.58	1,033,968.80	100.19092	100.45272
2012	12,937,094.42	1,081,057.34	95.77312	96.79630
2013	13,117,536.44	1,089,215.78	99.78079	99.98346
2014	13,401,019.73	1,112,911.19	99.96064	99.82744

Año	Oferta Nacional	Oferta Turística	Ciclo Oferta Nacional	Ciclo Oferta Turística
2003	20,321,631.90	1,450,654.69	100.54669	100.60521
2004	21,368,706.29	1,513,336.26	100.20044	100.31973
2005	22,157,952.68	1,566,329.81	99.93432	99.70729
2006	23,520,072.17	1,627,532.85	102.76273	105.71328
2007	24,356,968.83	1,683,551.89	102.01548	101.90899
2008	24,696,482.68	1,701,107.00	103.07549	102.07566
2009	22,837,057.38	1,603,326.11	100.77354	100.63041
2010	24,609,346.77	1,630,462.63	100.49735	100.58617
2011	25,694,683.94	1,666,944.04	100.12127	100.46662
2012	26,796,368.66	1,719,043.89	98.34988	99.91269
2013	27,217,996.13	1,745,005.79	99.88723	99.73863
2014	27,995,620.11	1,768,468.48	99.77975	99.67705

Año	PIB Nacional	PIB Turístico	% del PIB Nacional	Variación % del PIB Nacional
2003	10,119,898.13	888,968.72	8.78%	
2004	10,545,909.78	899,154.62	8.53%	-2.9%
2005	10,870,105.27	914,477.26	8.41%	-1.3%
2006	11,410,946.02	970,636.73	8.51%	1.1%
2007	11,778,877.71	996,119.79	8.46%	-0.6%
2008	11,941,199.47	1,028,907.13	8.62%	1.9%
2009	11,374,629.53	982,398.14	8.64%	0.2%
2010	11,965,979.01	1,004,935.35	8.40%	-2.8%
2011	12,435,057.58	1,033,968.80	8.31%	-1.0%
2012	12,937,094.42	1,081,057.34	8.36%	0.5%
2013	13,117,536.44	1,089,215.78	8.30%	-0.6%
2014	13,401,019.73	1,112,911.19	8.30%	0.0%

## Apéndice C. PIB Nacional y PIB Turístico trimestrales

Periodo	PIB (Índice de precios implícitos)		Componente cíclico	
	Nacional	Turístico	PIB Nacional	PIB Turístico
2003/01	72.89156	85.64841	101.40264	99.96036
2003/02	73.29189	85.75474	99.40446	99.72258
2003/03	74.26443	86.84089	98.56059	100.67422
2003/04	75.72194	86.75104	98.60718	100.21384
2004/01	78.08372	86.27401	100.54892	99.25575
2004/02	79.75405	86.88727	101.00975	99.53115
2004/03	81.06000	87.82979	100.86520	100.11882
2004/04	82.53516	89.16277	101.35655	101.14253
2005/01	82.79596	89.42737	99.35009	100.87042
2005/02	83.82127	89.17477	99.10864	99.91428
2005/03	85.23656	89.76806	99.68506	99.79960
2005/04	86.21228	88.09079	99.19513	96.62170
2006/01	87.71561	91.46362	99.80583	99.19290
2006/02	89.72600	94.92778	101.54913	101.71405
2006/03	90.76991	96.20887	101.22476	101.72813
2006/04	91.17748	96.61969	99.52918	100.98184
2007/01	92.23326	96.38523	99.18525	99.73633
2007/02	93.19524	96.05808	98.42716	98.55411
2007/03	94.68886	97.34644	98.62831	99.41889
2007/04	96.89222	97.60313	100.30794	99.14312
2008/01	98.71094	99.10149	101.26296	100.56530
2008/02	100.30338	99.73356	102.06130	101.26495
2008/03	101.30288	99.00978	101.97223	100.72571
2008/04	100.33204	99.56360	97.80505	102.10118
2009/01	102.06714	98.99320	99.72975	102.34849
2009/02	103.07550	90.60070	99.96588	93.00618
2009/03	103.81296	95.26076	99.46175	98.92420
2009/04	104.93543	97.38102	99.62135	101.26756
2010/01	106.46634	98.11748	100.49001	101.67541
2010/02	107.60336	97.21920	100.30891	99.97257
2010/03	108.49860	98.95826	99.41970	101.34027
2010/04	109.91929	97.31879	99.52110	98.46368
2011/01	111.28791	98.34106	99.36215	98.57099
2011/02	112.66428	100.36966	99.16572	99.68123
2011/03	113.69832	102.39160	98.29463	100.72908
2011/04	117.59509	104.42877	104.13851	101.93619
2012/01	117.55184	102.59700	101.83298	98.70399
2012/02	117.46153	105.50843	100.05637	101.44189
2012/03	118.22494	104.77206	100.60665	99.99712

Periodo	PIB (Índice de precios implícitos)		Componente cíclico	
	Nacional	Turístico	PIB Nacional	PIB Turístico
2012/04	118.03001	104.93368	99.19332	99.80486
2013/01	118.42915	104.97657	98.99512	99.53085
2013/02	118.88172	105.49373	98.58245	99.81167
2013/03	119.96025	105.96696	99.11741	99.97438
2013/04	120.90904	106.49482	98.93125	100.11398
2014/01	122.92532	106.46737	100.81923	99.46885
2014/02	124.57087	106.89375	101.78588	99.23867
2014/03	125.13772	108.96618	100.40009	100.89780
2014/04	125.83000	109.06997	99.34650	100.14836

## Apéndice D. Sistema de Indicadores Compuestos: Coincidente y Adelantado

Periodo	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado
2003/03	90.60	80.40	99.06312	98.02821
2003/04	90.70	80.90	98.95058	98.28236
2003/05	90.60	81.40	98.83463	98.61043
2003/06	90.50	81.80	98.72247	98.96432
2003/07	90.30	82.70	98.62746	99.28256
2003/08	89.40	82.50	98.56386	99.54009
2003/09	89.70	81.60	98.55114	99.74887
2003/10	89.90	82.10	98.59308	99.92578
2003/11	90.10	82.20	98.68116	100.07620
2003/12	91.30	82.20	98.80160	100.19767
2004/01	92.00	83.10	98.92803	100.27415
2004/02	91.90	83.20	99.04483	100.32000
2004/03	93.10	84.70	99.14326	100.31623
2004/04	93.10	83.80	99.21470	100.27502
2004/05	93.20	84.20	99.25893	100.19205
2004/06	92.50	84.20	99.28331	100.09379
2004/07	93.30	84.20	99.30759	100.00160
2004/08	92.00	84.50	99.34188	99.93441
2004/09	93.30	84.90	99.40008	99.90158
2004/10	94.00	86.70	99.47110	99.89702
2004/11	94.10	86.00	99.53474	99.91695
2004/12	94.10	85.10	99.58207	99.93764
2005/01	94.90	86.50	99.61382	99.93615
2005/02	95.00	86.90	99.62750	99.89332
2005/03	95.10	87.10	99.62720	99.82857
2005/04	94.70	86.60	99.61925	99.76898
2005/05	95.40	87.80	99.61617	99.74285
2005/06	94.30	88.40	99.62781	99.76559
2005/07	93.50	88.90	99.67967	99.83612
2005/08	95.50	89.40	99.78778	99.94967
2005/09	96.00	89.80	99.92934	100.09154
2005/10	96.00	90.70	100.08283	100.25397
2005/11	97.20	92.20	100.23724	100.42555
2005/12	98.50	93.10	100.37298	100.58638
2006/01	98.30	94.00	100.48206	100.72292
2006/02	97.80	93.90	100.56781	100.83455
2006/03	98.10	93.90	100.64221	100.91598

Periodo	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado
2006/04	98.60	94.40	100.70326	100.96996
2006/05	99.80	93.90	100.74182	101.00949
2006/06	99.50	93.70	100.74901	101.04959
2006/07	98.70	95.20	100.73967	101.10766
2006/08	99.90	95.70	100.72493	101.19431
2006/09	99.60	95.40	100.70102	101.29906
2006/10	99.60	96.00	100.67448	101.41075
2006/11	99.40	96.10	100.65652	101.52028
2006/12	99.30	96.70	100.65939	101.62007
2007/01	99.40	96.20	100.68853	101.70719
2007/02	100.00	97.10	100.74563	101.78753
2007/03	99.60	97.30	100.82328	101.85653
2007/04	101.00	97.50	100.91434	101.91482
2007/05	100.80	97.80	101.00749	101.95371
2007/06	101.00	97.80	101.09218	101.98440
2007/07	101.70	98.10	101.16142	102.01462
2007/08	101.50	98.60	101.21224	102.03374
2007/09	102.40	99.90	101.24878	102.03910
2007/10	101.50	100.50	101.27756	102.00448
2007/11	101.00	101.00	101.30926	101.92550
2007/12	101.20	101.50	101.35174	101.80860
2008/01	102.30	101.30	101.40354	101.65849
2008/02	101.70	102.20	101.45456	101.48938
2008/03	101.40	102.30	101.49561	101.31134
2008/04	101.20	102.10	101.51573	101.10858
2008/05	101.50	103.10	101.49623	100.85071
2008/06	101.40	103.60	101.41457	100.48810
2008/07	101.00	103.10	101.24862	99.99344
2008/08	100.00	101.90	100.98941	99.35108
2008/09	98.90	100.20	100.63759	98.57721
2008/10	98.90	95.90	100.20243	97.74979
2008/11	96.90	93.50	99.70193	97.00265
2008/12	94.90	90.80	99.18030	96.42061
2009/01	92.80	89.80	98.69091	96.03834
2009/02	92.50	89.10	98.27322	95.89547
2009/03	91.60	89.00	97.94014	96.01583
2009/04	90.40	91.30	97.70055	96.36870
2009/05	89.20	91.70	97.56356	96.86002
2009/06	90.30	93.20	97.52915	97.40907
2009/07	90.90	93.10	97.56557	97.95843

Periodo	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado
2009/08	89.50	93.90	97.65182	98.47051
2009/09	89.60	93.90	97.78692	98.92183
2009/10	89.90	95.10	97.96568	99.30751
2009/11	91.30	96.40	98.16718	99.61478
2009/12	92.30	96.70	98.36142	99.85579
2010/01	91.10	97.10	98.53746	100.04928
2010/02	92.60	97.00	98.70221	100.21637
2010/03	93.40	98.50	98.84854	100.36386
2010/04	93.40	98.80	98.96880	100.46949
2010/05	93.40	98.30	99.06344	100.52478
2010/06	94.10	98.10	99.13687	100.55313
2010/07	94.10	98.60	99.20240	100.58506
2010/08	95.30	98.90	99.25926	100.64514
2010/09	94.10	99.40	99.30049	100.74211
2010/10	95.30	100.70	99.34510	100.85991
2010/11	95.80	101.30	99.40482	100.98237
2010/12	96.40	102.60	99.48846	101.09714
2011/01	97.00	103.30	99.58890	101.18524
2011/02	96.90	103.20	99.69046	101.23979
2011/03	97.60	103.50	99.79017	101.25022
2011/04	98.30	104.30	99.87927	101.21058
2011/05	98.80	104.30	99.95078	101.11649
2011/06	98.30	104.30	100.01089	100.96651
2011/07	98.80	104.20	100.06905	100.77123
2011/08	98.90	103.50	100.12922	100.56048
2011/09	99.50	103.40	100.19321	100.38836
2011/10	100.10	103.60	100.25436	100.29169
2011/11	99.60	104.10	100.31286	100.27438
2011/12	100.60	104.80	100.37309	100.31062
2012/01	101.30	105.70	100.42507	100.37385
2012/02	101.00	106.40	100.46444	100.42110
2012/03	101.40	106.40	100.49462	100.41646
2012/04	101.50	106.40	100.51252	100.35411
2012/05	101.40	105.40	100.51426	100.27281
2012/06	102.00	105.00	100.50497	100.20916
2012/07	101.90	106.10	100.48398	100.18006
2012/08	101.60	106.50	100.45531	100.18709
2012/09	103.00	107.20	100.42177	100.23270
2012/10	102.20	106.80	100.37439	100.31452
2012/11	103.30	107.30	100.31697	100.41751

Periodo	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado	Ciclo Indicador Coincidente	Ciclo Indicador Adelantado
2012/12	101.70	107.50	100.24891	100.52749
2013/01	102.20	107.80	100.18803	100.60522
2013/02	102.90	108.50	100.13621	100.63823
2013/03	103.30	108.90	100.08605	100.63975
2013/04	101.30	108.20	100.03684	100.61262
2013/05	102.70	108.50	100.00078	100.55720
2013/06	102.40	107.10	99.96786	100.47717
2013/07	103.10	107.60	99.93605	100.40541
2013/08	102.80	107.60	99.89913	100.35716
2013/09	102.50	107.40	99.86241	100.34402
2013/10	102.40	107.50	99.83412	100.36426
2013/11	103.30	108.20	99.81024	100.40219
2013/12	103.30	108.80	99.78142	100.42532
2014/01	102.60	108.10	99.75748	100.41855
2014/02	102.70	108.60	99.74862	100.41615
2014/03	102.90	108.30	99.75398	100.45094
2014/04	103.50	108.90	99.77347	100.51879
2014/05	104.50	109.30	99.79964	100.60912
2014/06	105.20	110.00	99.82398	100.70930
2014/07	104.20	110.20	99.84708	100.79890
2014/08	104.90	110.30	99.87621	100.85882
2014/09	105.20	110.20	99.91104	100.87334
2014/10	105.60	110.10	99.95029	100.83595
2014/11	106.20	110.50	99.98551	100.75710
2014/12	106.60	108.60	100.00572	100.65725
2015/01	106.10	106.90	100.00706	100.55992
2015/02	106.10	107.40	100.00040	100.47224
2015/03	106.90	108.10	99.99399	100.38038
2015/04	107.40	108.70	99.98770	100.29436
2015/05	106.30	107.60	99.98193	100.21118
2015/06	107.20	108.20	99.98697	100.12866
2015/07	107.60	107.50	99.99234	100.04534
2015/08	108.80	106.00	99.98915	99.96180
2015/09	108.20	105.50	99.97470	99.88580
2015/10	108.00	106.30	99.95469	99.81736
2015/11	108.30	106.30	99.93532	99.73701
2015/12	107.40	105.40	99.92117	99.64014
2016/01	109.30	104.50	99.92464	99.54290
2016/02	109.80	103.50	99.93644	99.47289



## Apéndice E. Estimación del PIB mensual basada en el IGAE

El proceso para generar nuestra estimación se llevó a cabo en hojas de cálculo, utilizando como referencia la experiencia de Rocío Elizondo (2012) y la metodología descrita en el Capítulo II de este trabajo, bajo siguiente el algoritmo:

1.  $Z_t$  corresponderá al incremento del IGAE (variable observable)
2.  $X_t$  representará el incremento del PIB Nacional (variable no observable)
3. Estimar IGAE trimestral
4. Calcular  $Z_t = \Delta IGAE$  utilizando datos estimados trimestrales
5. Calcular  $X_t = \Delta PIB$  utilizando datos observados trimestrales
6. Utilizar regresión para determinar A y Q aplicando  $X_t = AX_{t-1} + w_t$
7. Aplicar  $Z_t = \Delta IGAE$  a los datos mensuales observados
8. Usar PIB del primer trimestre del periodo de estudio como valor inicial para empezar a calcular  $X_t$  mensual.
9. Aplicar  $Z_t = HX_t + v_t$
10. Calcular promedios trimestrales del PIB mensual estimado y comparar con los valores observados del PIB trimestral.
11. Calcular el error absoluto medio (EAM), el porcentaje de error absoluto medio (PEAM) y la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RECM)
12. Mediante *Solver*, obtener H que minimice los errores

Enseguida se presentan los datos obtenidos tras la aplicación del algoritmo descrito.

Parámetros	
A	0.86446
H	0.25231
Q	0.00022
R	0.00000

Año/Mes	$Z_t$ observable			$X_t$ no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2003/03	84.41821	-0.00258	0.00000	50.05341	3.91309	-0.01023	0.01534
2003/04	84.56985	0.00179	0.00000	50.41071	3.92020	0.00711	0.00212
2003/05	84.52798	-0.00050	0.00000	50.31186	3.91824	-0.00196	0.01686
2003/06	85.13544	0.00716	0.00000	51.76021	3.94662	0.02838	-0.00219
2003/07	84.90838	-0.00267	0.00000	51.21523	3.93604	-0.01058	-0.01152
2003/08	84.24077	-0.00789	0.00000	49.63770	3.90475	-0.03129	0.01590
2003/09	84.46509	0.00266	0.00000	50.16366	3.91529	0.01054	-0.00860

Año/Mes	Zt observable			Xt no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2003/10	85.00522	0.00637	0.00000	51.44713	3.94055	0.02526	0.00789
2003/11	85.22072	0.00253	0.00000	51.96601	3.95059	0.01004	0.00806
2003/12	86.22718	0.01174	0.00000	54.44132	3.99712	0.04653	-0.00468
2004/01	87.06358	0.00965	0.00000	56.56456	4.03538	0.03826	-0.00651
2004/02	87.63559	0.00655	0.00000	58.05188	4.06134	0.02595	-0.02019
2004/03	88.10463	0.00534	0.00000	59.29312	4.08249	0.02116	0.02945
2004/04	88.22678	0.00139	0.00000	59.61960	4.08798	0.00549	-0.00837
2004/05	88.26729	0.00046	0.00000	59.72818	4.08980	0.00182	0.00127
2004/06	88.10220	-0.00187	0.00000	59.28663	4.08238	-0.00742	-0.00346
2004/07	88.08080	-0.00024	0.00000	59.22958	4.08142	-0.00096	0.04190
2004/08	88.08343	0.00003	0.00000	59.23658	4.08154	0.00012	0.01850
2004/09	88.38402	0.00341	0.00000	60.04182	4.09504	0.01350	0.01302
2004/10	88.94962	0.00638	0.00000	61.57917	4.12032	0.02528	0.01969
2004/11	89.65799	0.00793	0.00000	63.54587	4.15176	0.03144	0.00278
2004/12	89.68981	0.00035	0.00000	63.63530	4.15317	0.00141	0.00801
2005/01	90.11811	0.00476	0.00000	64.84827	4.17205	0.01888	-0.00369
2005/02	90.38248	0.00293	0.00000	65.60551	4.18366	0.01161	-0.01804
2005/03	90.08254	-0.00332	0.00000	64.74685	4.17049	-0.01317	0.01872
2005/04	90.45540	0.00413	0.00000	65.81555	4.18686	0.01637	-0.00427
2005/05	91.28760	0.00916	0.00000	68.24836	4.22315	0.03630	-0.01930
2005/06	90.02054	-0.01398	0.00000	64.57042	4.16776	-0.05540	0.01129
2005/07	90.13121	0.00123	0.00000	64.88563	4.17263	0.00487	0.01159
2005/08	91.50794	0.01516	0.00000	68.90358	4.23271	0.06008	0.00633
2005/09	91.79738	0.00316	0.00000	69.77141	4.24522	0.01252	0.00597
2005/10	92.04147	0.00266	0.00000	70.50960	4.25575	0.01052	-0.00958
2005/11	92.64053	0.00649	0.00000	72.34611	4.28146	0.02571	0.01069
2005/12	93.47886	0.00901	0.00000	74.97584	4.31717	0.03570	0.00776
2006/01	94.73621	0.01336	0.00000	79.05316	4.37012	0.05295	0.01589
2006/02	94.14278	-0.00628	0.00000	77.10868	4.34522	-0.02490	-0.04092
2006/03	94.54799	0.00429	0.00000	78.43251	4.36224	0.01702	0.00685
2006/04	95.20306	0.00690	0.00000	80.60847	4.38960	0.02737	0.02168
2006/05	96.40995	0.01260	0.00000	84.73528	4.43953	0.04993	-0.02545
2006/06	95.90899	-0.00521	0.00000	83.00360	4.41888	-0.02065	0.00067
2006/07	95.74308	-0.00173	0.00000	82.43598	4.41202	-0.00686	0.02001
2006/08	96.21834	0.00495	0.00000	84.06976	4.43165	0.01962	0.02495
2006/09	96.22287	0.00005	0.00000	84.08547	4.43183	0.00019	0.00353
2006/10	96.35451	0.00137	0.00000	84.54231	4.43725	0.00542	0.00214

Año/Mes	Zt observable			Xt no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2006/11	96.22196	-0.00138	0.00000	84.08230	4.43180	-0.00546	0.02740
2006/12	96.78667	0.00585	0.00000	86.05517	4.45499	0.02319	-0.00063
2007/01	96.91560	0.00133	0.00000	86.51041	4.46026	0.00528	-0.00971
2007/02	97.09585	0.00186	0.00000	87.14985	4.46763	0.00736	0.01341
2007/03	97.75008	0.00672	0.00000	89.50058	4.49425	0.02662	-0.00015
2007/04	98.34405	0.00606	0.00000	91.67551	4.51826	0.02401	0.01536
2007/05	98.57023	0.00230	0.00000	92.51399	4.52736	0.00910	0.00642
2007/06	98.89727	0.00331	0.00000	93.73655	4.54049	0.01313	0.02148
2007/07	99.01207	0.00116	0.00000	94.16853	4.54509	0.00460	-0.00179
2007/08	99.09057	0.00079	0.00000	94.46479	4.54823	0.00314	-0.01421
2007/09	99.39293	0.00305	0.00000	95.61240	4.56030	0.01208	-0.02274
2007/10	99.87608	0.00485	0.00000	97.46778	4.57952	0.01922	-0.03790
2007/11	99.29856	-0.00580	0.00000	95.25312	4.55654	-0.02298	0.00152
2007/12	99.79624	0.00500	0.00000	97.15932	4.57635	0.01981	0.00442
2008/01	100.28815	0.00492	0.00000	99.07138	4.59584	0.01949	-0.00026
2008/02	100.38147	0.00093	0.00000	99.43724	4.59953	0.00369	0.00296
2008/03	99.75015	-0.00631	0.00000	96.98162	4.57452	-0.02501	0.00382
2008/04	100.67754	0.00925	0.00000	100.60472	4.61120	0.03668	0.02181
2008/05	100.62688	-0.00050	0.00000	100.40424	4.60920	-0.00199	0.00126
2008/06	101.14507	0.00514	0.00000	102.46917	4.62956	0.02036	-0.01650
2008/07	101.01446	-0.00129	0.00000	101.94574	4.62444	-0.00512	-0.02054
2008/08	100.21355	-0.00796	0.00000	98.77960	4.59289	-0.03155	0.00283
2008/09	99.49855	-0.00716	0.00000	96.01571	4.56451	-0.02838	0.01405
2008/10	99.53678	0.00038	0.00000	96.16200	4.56603	0.00152	-0.02230
2008/11	98.32961	-0.01220	0.00000	91.62217	4.51767	-0.04836	-0.00901
2008/12	96.81231	-0.01555	0.00000	86.14554	4.45604	-0.06164	0.00774
2009/01	94.63514	-0.02275	0.00000	78.71943	4.36589	-0.09015	-0.00320
2009/02	95.05457	0.00442	0.00000	80.11132	4.38342	0.01753	-0.00508
2009/03	94.11216	-0.00996	0.00000	77.00934	4.34393	-0.03949	-0.00242
2009/04	94.02426	-0.00093	0.00000	76.72464	4.34022	-0.00370	-0.00650
2009/05	92.94242	-0.01157	0.00000	73.28501	4.29436	-0.04587	-0.01186
2009/06	94.47878	0.01640	0.00000	78.20520	4.35934	0.06498	0.00953
2009/07	95.86771	0.01459	0.00000	82.86208	4.41718	0.05784	0.00087
2009/08	95.16483	-0.00736	0.00000	80.48028	4.38801	-0.02917	0.01867
2009/09	95.70759	0.00569	0.00000	82.31491	4.41055	0.02254	0.00387
2009/10	96.36854	0.00688	0.00000	84.59112	4.43783	0.02728	0.00084
2009/11	97.52034	0.01188	0.00000	88.66976	4.48492	0.04709	0.00335

Año/Mes	Zt observable			Xt no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2009/12	97.61772	0.00100	0.00000	89.02121	4.48887	0.00396	0.00317
2010/01	97.27992	-0.00347	0.00000	87.80652	4.47514	-0.01374	-0.00011
2010/02	98.07353	0.00812	0.00000	90.68011	4.50734	0.03220	-0.01808
2010/03	99.46696	0.01411	0.00000	95.89495	4.56325	0.05592	0.00348
2010/04	99.48980	0.00023	0.00000	95.98228	4.56416	0.00091	0.00219
2010/05	100.31077	0.00822	0.00000	99.15994	4.59673	0.03257	0.01112
2010/06	100.16195	-0.00148	0.00000	98.57815	4.59085	-0.00588	-0.01088
2010/07	100.44268	0.00280	0.00000	99.67778	4.60194	0.01109	0.00911
2010/08	101.02607	0.00579	0.00000	101.99217	4.62490	0.02295	0.00324
2010/09	101.25593	0.00227	0.00000	102.91503	4.63390	0.00901	0.00169
2010/10	101.20732	-0.00048	0.00000	102.71936	4.63200	-0.00190	0.01283
2010/11	101.43462	0.00224	0.00000	103.63674	4.64089	0.00889	0.02664
2010/12	101.87100	0.00429	0.00000	105.41512	4.65791	0.01701	-0.01933
2011/01	102.37653	0.00495	0.00000	107.50374	4.67753	0.01962	-0.01824
2011/02	102.34258	-0.00033	0.00000	107.36251	4.67621	-0.00131	0.00828
2011/03	103.19258	0.00827	0.00000	110.94033	4.70899	0.03278	0.01759
2011/04	103.13124	-0.00059	0.00000	110.67920	4.70664	-0.00236	-0.01298
2011/05	103.84822	0.00693	0.00000	113.76040	4.73409	0.02746	-0.03170
2011/06	103.76634	-0.00079	0.00000	113.40535	4.73097	-0.00313	-0.01327
2011/07	104.56074	0.00763	0.00000	116.88554	4.76120	0.03023	0.00298
2011/08	104.89953	0.00323	0.00000	118.39378	4.77402	0.01282	0.00634
2011/09	105.69093	0.00752	0.00000	121.97367	4.80381	0.02979	-0.01455
2011/10	105.91050	0.00208	0.00000	122.98109	4.81203	0.00823	-0.01270
2011/11	105.66568	-0.00231	0.00000	121.85820	4.80286	-0.00917	0.00682
2011/12	106.30943	0.00607	0.00000	124.82730	4.82693	0.02407	0.00180
2012/01	106.72300	0.00388	0.00000	126.76308	4.84232	0.01539	-0.00798
2012/02	107.28060	0.00521	0.00000	129.40842	4.86297	0.02065	0.00151
2012/03	107.61293	0.00309	0.00000	131.00459	4.87523	0.01226	-0.01391
2012/04	108.09622	0.00448	0.00000	133.35196	4.89299	0.01776	-0.01323
2012/05	107.97798	-0.00109	0.00000	132.77479	4.88865	-0.00434	0.01547
2012/06	108.95206	0.00898	0.00000	137.58583	4.92425	0.03559	0.02404
2012/07	108.63641	-0.00290	0.00000	136.01278	4.91275	-0.01150	-0.00993
2012/08	108.54671	-0.00083	0.00000	135.56822	4.90947	-0.00327	-0.00254
2012/09	108.97213	0.00391	0.00000	137.68631	4.92498	0.01550	0.00167
2012/10	108.55503	-0.00383	0.00000	135.60942	4.90978	-0.01520	0.02726
2012/11	110.54554	0.01817	0.00000	145.73570	4.98179	0.07202	0.00879
2012/12	109.65528	-0.00809	0.00000	141.13925	4.94975	-0.03205	0.02445

Año/Mes	Zt observable			Xt no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2013/01	109.36439	-0.00266	0.00000	139.66116	4.93922	-0.01053	0.00262
2013/02	109.49808	0.00122	0.00000	140.33903	4.94406	0.00484	0.02305
2013/03	110.01428	0.00470	0.00000	142.97957	4.96270	0.01864	-0.00951
2013/04	108.80294	-0.01107	0.00000	136.84103	4.91882	-0.04388	-0.01428
2013/05	109.70573	0.00826	0.00000	141.39680	4.95157	0.03275	0.01764
2013/06	109.51202	-0.00177	0.00000	140.40984	4.94457	-0.00700	0.01358
2013/07	110.00481	0.00449	0.00000	142.93079	4.96236	0.01779	-0.02555
2013/08	110.41731	0.00374	0.00000	145.06684	4.97719	0.01483	0.01880
2013/09	110.18767	-0.00208	0.00000	143.87479	4.96894	-0.00825	-0.00295
2013/10	110.30890	0.00110	0.00000	144.50316	4.97330	0.00436	-0.01677
2013/11	110.92412	0.00556	0.00000	147.72388	4.99534	0.02204	-0.02777
2013/12	111.03446	0.00099	0.00000	148.30712	4.99929	0.00394	-0.01219
2014/01	110.76061	-0.00247	0.00000	146.86271	4.98950	-0.00979	0.00700
2014/02	111.39398	0.00570	0.00000	150.21954	5.01210	0.02260	0.01356
2014/03	111.35112	-0.00038	0.00000	149.99059	5.01057	-0.00153	-0.00103
2014/04	111.83045	0.00430	0.00000	152.56597	5.02760	0.01702	-0.00080
2014/05	112.11084	0.00250	0.00000	154.08768	5.03752	0.00992	0.00317
2014/06	112.39405	0.00252	0.00000	155.63619	5.04752	0.01000	-0.00520
2014/07	112.71249	0.00283	0.00000	157.39122	5.05873	0.01121	0.01371
2014/08	112.45212	-0.00231	0.00000	155.95515	5.04957	-0.00917	-0.00730
2014/09	112.53837	0.00077	0.00000	156.42981	5.05261	0.00304	0.03463
2014/10	113.08266	0.00482	0.00000	159.44989	5.07173	0.01912	0.01099
2014/11	113.69328	0.00539	0.00000	162.88976	5.09307	0.02134	0.00902
2014/12	113.55623	-0.00121	0.00000	162.11295	5.08829	-0.00478	-0.01450
2015/01	113.79882	0.00213	0.00000	163.48987	5.09675	0.00846	0.01288
2015/02	114.09443	0.00259	0.00000	165.17958	5.10703	0.01028	0.02139
2015/03	113.90851	-0.00163	0.00000	164.11532	5.10057	-0.00646	-0.01081
2015/04	114.60831	0.00612	0.00000	168.14793	5.12484	0.02427	-0.00445
2015/05	114.39577	-0.00186	0.00000	166.91543	5.11749	-0.00736	-0.01980
2015/06	114.76700	0.00324	0.00000	169.07258	5.13033	0.01284	0.01999
2015/07	114.93701	0.00148	0.00000	170.06741	5.13619	0.00587	0.01544
2015/08	115.70581	0.00667	0.00000	174.62091	5.16262	0.02642	0.00272
2015/09	115.99196	0.00247	0.00000	176.33878	5.17241	0.00979	-0.03238
2015/10	116.12753	0.00117	0.00000	177.15707	5.17704	0.00463	0.00747
2015/11	116.15356	0.00022	0.00000	177.31448	5.17792	0.00089	0.00778
2015/12	116.26980	0.00100	0.00000	178.01882	5.18189	0.00396	0.01797
2016/01	117.14987	0.00754	0.00000	183.41951	5.21178	0.02989	-0.01416

Año/Mes	Zt observable			Xt no observable			
	IGAE	$\Delta IGAE$	$v_t$	PIB	Ln(PIB)	$\Delta PIB$	$w_t$
2016/02	117.28136	0.00112	0.00000	184.23683	5.21622	0.00445	0.01782
2016/03	117.35968	0.00067	0.00000	184.72494	5.21887	0.00265	-0.00830

Componente cíclico			
Año/Mes	PIB Mensual (pronóstico)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado
2003/03	98.50475	99.06312	98.02821
2003/04	98.49302	98.95058	98.28236
2003/05	98.00033	98.83463	98.61043
2003/06	99.02944	98.72247	98.96432
2003/07	98.03933	98.62746	99.28256
2003/08	95.99044	98.56386	99.54009
2003/09	96.01851	98.55114	99.74887
2003/10	96.77761	98.59308	99.92578
2003/11	96.74593	98.68116	100.07620
2003/12	98.64503	98.80160	100.19767
2004/01	100.16714	98.92803	100.27415
2004/02	101.02927	99.04483	100.32000
2004/03	101.62210	99.14326	100.31623
2004/04	101.27768	99.21470	100.27502
2004/05	100.69354	99.25893	100.19205
2004/06	99.53802	99.28331	100.09379
2004/07	98.74626	99.30759	100.00160
2004/08	97.99833	99.34188	99.93441
2004/09	98.02908	99.40008	99.90158
2004/10	98.77313	99.47110	99.89702
2004/11	99.92863	99.53474	99.91695
2004/12	99.18997	99.58207	99.93764
2005/01	99.55894	99.61382	99.93615
2005/02	99.45733	99.62750	99.89332
2005/03	97.72606	99.62720	99.82857
2005/04	97.90950	99.61925	99.76898
2005/05	99.44567	99.61617	99.74285
2005/06	94.86117	99.62781	99.76559
2005/07	94.26133	99.67967	99.83612
2005/08	97.35759	99.78778	99.94967
2005/09	97.29929	99.92934	100.09154

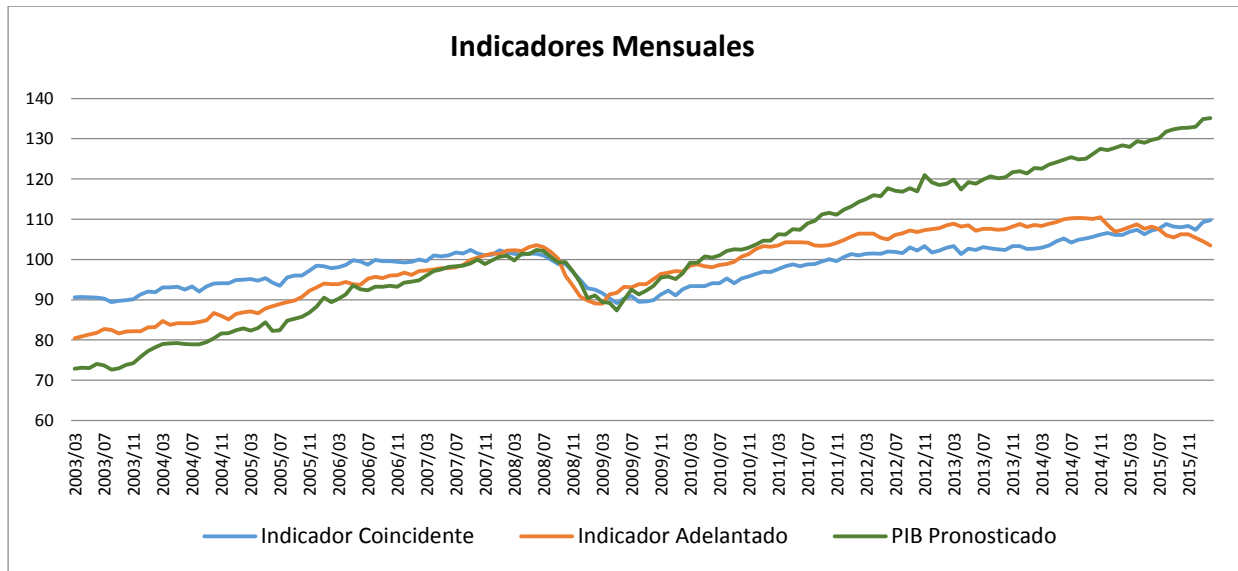
Componente cíclico			
Año/Mes	PIB Mensual (pronóstico)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado
2005/10	97.10931	100.08283	100.25397
2005/11	98.01820	100.23724	100.42555
2005/12	99.72366	100.37298	100.58638
2006/01	102.88299	100.48206	100.72292
2006/02	100.02974	100.56781	100.83455
2006/03	100.45677	100.64221	100.91598
2006/04	101.75065	100.70326	100.96996
2006/05	105.01280	100.74182	101.00949
2006/06	102.43648	100.74901	101.04959
2006/07	101.04649	100.73967	101.10766
2006/08	101.88224	100.72493	101.19431
2006/09	101.12625	100.70102	101.29906
2006/10	100.83962	100.67448	101.41075
2006/11	99.66613	100.65652	101.52028
2006/12	100.95727	100.65939	101.62007
2007/01	100.76427	100.68853	101.70719
2007/02	100.79067	100.74563	101.78753
2007/03	102.56517	100.82328	101.85653
2007/04	104.20231	100.91434	101.91482
2007/05	104.54279	101.00749	101.95371
2007/06	105.30829	101.09218	101.98440
2007/07	105.32495	101.16142	102.01462
2007/08	105.24803	101.21224	102.03374
2007/09	106.06469	101.24878	102.03910
2007/10	107.63103	101.27756	102.00448
2007/11	105.16852	101.30926	101.92550
2007/12	106.86680	101.35174	101.80860
2008/01	108.60925	101.40354	101.65849
2008/02	108.84173	101.45456	101.48938
2008/03	106.28627	101.49561	101.31134
2008/04	109.83974	101.51573	101.10858
2008/05	109.59615	101.49623	100.85071
2008/06	111.64002	101.41457	100.48810
2008/07	111.11251	101.24862	99.99344
2008/08	107.95338	100.98941	99.35108
2008/09	105.20090	100.63759	98.57721
2008/10	105.35580	100.20243	97.74979

Componente cíclico			
Año/Mes	PIB Mensual (pronóstico)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado
2008/11	100.81417	99.70193	97.00265
2008/12	95.31740	99.18030	96.42061
2009/01	87.84478	98.69091	96.03834
2009/02	89.15612	98.27322	95.89547
2009/03	85.93269	97.94014	96.01583
2009/04	85.47956	97.70055	96.36870
2009/05	81.81941	97.56356	96.86002
2009/06	86.46288	97.52915	97.40907
2009/07	90.78400	97.56557	97.95843
2009/08	88.00550	97.65182	98.47051
2009/09	89.38124	97.78692	98.92183
2009/10	91.13592	97.96568	99.30751
2009/11	94.63069	98.16718	99.61478
2009/12	94.33690	98.36142	99.85579
2010/01	92.41685	98.53746	100.04928
2010/02	94.52668	98.70221	100.21637
2010/03	98.92156	98.84854	100.36386
2010/04	98.13533	98.96880	100.46949
2010/05	100.38852	99.06344	100.52478
2010/06	98.83414	99.13687	100.55313
2010/07	98.91581	99.20240	100.58506
2010/08	100.16976	99.25926	100.64514
2010/09	99.99263	99.30049	100.74211
2010/10	98.66031	99.34510	100.85991
2010/11	98.40733	99.40482	100.98237
2010/12	98.98463	99.48846	101.09714
2011/01	99.84459	99.58890	101.18524
2011/02	98.45030	99.69046	101.23979
2011/03	100.75388	99.79017	101.25022
2011/04	99.20062	99.87927	101.21058
2011/05	100.97508	99.95078	101.11649
2011/06	99.30199	100.01089	100.96651
2011/07	101.45609	100.06905	100.77123
2011/08	101.63348	100.12922	100.56048
2011/09	103.88094	100.19321	100.38836
2011/10	103.55747	100.25436	100.29169
2011/11	101.10802	100.31286	100.27438

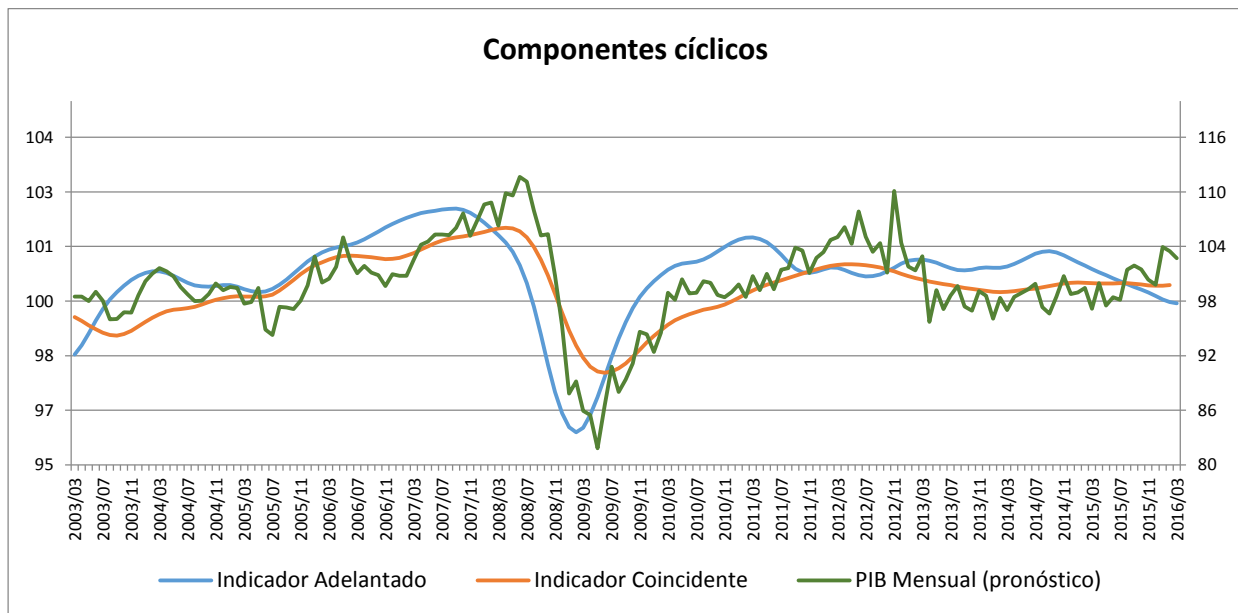


Componente cíclico			
Año/Mes	PIB Mensual (pronóstico)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado
2011/12	102.75744	100.37309	100.31062
2012/01	103.38293	100.42507	100.37385
2012/02	104.72966	100.46444	100.42110
2012/03	105.04096	100.49462	100.41646
2012/04	106.11894	100.51252	100.35411
2012/05	104.28923	100.51426	100.27281
2012/06	107.86555	100.50497	100.20916
2012/07	105.07625	100.48398	100.18006
2012/08	103.43403	100.45531	100.18709
2012/09	104.37282	100.42177	100.23270
2012/10	101.13451	100.37439	100.31452
2012/11	110.11644	100.31697	100.41751
2012/12	104.39189	100.24891	100.52749
2013/01	101.80038	100.18803	100.60522
2013/02	101.37762	100.13621	100.63823
2013/03	102.92835	100.08605	100.63975
2013/04	95.70872	100.03684	100.61262
2013/05	99.18985	100.00078	100.55720
2013/06	97.13268	99.96786	100.47717
2013/07	98.58593	99.93605	100.40541
2013/08	99.65504	99.89913	100.35716
2013/09	97.39518	99.86241	100.34402
2013/10	96.95326	99.83412	100.36426
2013/11	99.09977	99.81024	100.40219
2013/12	98.60365	99.78142	100.42532
2014/01	96.07357	99.75748	100.41855
2014/02	98.33737	99.74862	100.41615
2014/03	97.00723	99.75398	100.45094
2014/04	98.47258	99.77347	100.51879
2014/05	98.87496	99.79964	100.60912
2014/06	99.29448	99.82398	100.70930
2014/07	99.91056	99.84708	100.79890
2014/08	97.32537	99.87621	100.85882
2014/09	96.64050	99.91104	100.87334
2014/10	98.49060	99.95029	100.83595
2014/11	100.75022	99.98551	100.75710
2014/12	98.78320	100.00572	100.65725

Componente cíclico			
Año/Mes	PIB Mensual (pronóstico)	Indicador Coincidente	Indicador Adelantado
2015/01	98.96019	100.00706	100.55992
2015/02	99.44057	100.00040	100.47224
2015/03	97.15800	99.99399	100.38038
2015/04	99.96373	99.98770	100.29436
2015/05	97.49644	99.98193	100.21118
2015/06	98.41153	99.98697	100.12866
2015/07	98.15782	99.99234	100.04534
2015/08	101.45725	99.98915	99.96180
2015/09	101.91655	99.97470	99.88580
2015/10	101.47274	99.95469	99.81736
2015/11	100.36532	99.93532	99.73701
2015/12	99.80281	99.92117	99.64014
2016/01	103.93533	99.92464	99.54290
2016/02	103.48388	99.93644	99.47289
2016/03	102.70302		99.44197



Cuadro 40. Presentación gráfica de los Indicadores INEGI y el PIB Mensual pronosticado.



Cuadro 41. Componentes cíclicos del SIC INEGI y el PIB Mensual pronosticado.

## Apéndice F. Validación del Modelo de Pronóstico

Año/Trim	Observado		Pronosticado	
	PIB Nacional	PIB Turístico	PIB Nacional	PIB Turístico
2003/01	72.89156	85.64841	72.89156	85.62230
2003/02	73.29189	85.75474	73.29189	85.78836
2003/03	74.26443	86.84089	74.26443	86.19176
2003/04	75.72194	86.75104	75.72194	86.79634
2004/01	78.08372	86.27401	78.08372	87.77601
2004/02	79.75405	86.88727	79.75405	88.46886
2004/03	81.06000	87.82979	81.06000	89.01057
2004/04	82.53516	89.16277	82.53516	89.62246
2005/01	82.79596	89.42737	82.79596	89.73064
2005/02	83.82127	89.17477	83.82127	90.15594
2005/03	85.23656	89.76806	85.23656	90.74300
2005/04	86.21228	88.09079	86.21228	91.14773
2006/01	87.71561	91.46362	87.71561	91.77131
2006/02	89.72600	94.92778	89.72600	92.60523
2006/03	90.76991	96.20887	90.76991	93.03824
2006/04	91.17748	96.61969	91.17748	93.20730
2007/01	92.23326	96.38523	92.23326	93.64524
2007/02	93.19524	96.05808	93.19524	94.04427
2007/03	94.68886	97.34644	94.68886	94.66382
2007/04	96.89222	97.60313	96.89222	95.57777
2008/01	98.71094	99.10149	98.71094	96.33218
2008/02	100.30338	99.73356	100.30338	96.99272
2008/03	101.30288	99.00978	101.30288	97.40731
2008/04	100.33204	99.56360	100.33204	97.00461
2009/01	102.06714	98.99320	102.06714	97.72433
2009/02	103.07550	90.60070	103.07550	98.14260
2009/03	103.81296	95.26076	103.81296	98.44849
2009/04	104.93543	97.38102	104.93543	98.91410
2010/01	106.46634	98.11748	106.46634	99.54912
2010/02	107.60336	97.21920	107.60336	100.02075
2010/03	108.49860	98.95826	108.49860	100.39210
2010/04	109.91929	97.31879	109.91929	100.98140
2011/01	111.28791	98.34106	111.28791	101.54910
2011/02	112.66428	100.36966	112.66428	102.12002
2011/03	113.69832	102.39160	113.69832	102.54894
2011/04	117.59509	104.42877	117.59509	104.16532
2012/01	117.55184	102.59700	117.55184	104.14739

Año/Trim	Observado		Pronosticado	
	PIB Nacional	PIB Turístico	PIB Nacional	PIB Turístico
2012/02	117.46153	105.50843	117.46153	104.10992
2012/03	118.22494	104.77206	118.22494	104.42659
2012/04	118.03001	104.93368	118.03001	104.34573
2013/01	118.42915	104.97657	118.42915	104.51129
2013/02	118.88172	105.49373	118.88172	104.69902
2013/03	119.96025	105.96696	119.96025	105.14639
2013/04	120.90904	106.49482	120.90904	105.53995
2014/01	122.92532	106.46737	122.92532	106.37630
2014/02	124.57087	106.89375	124.57087	107.05888
2014/03	125.13772	108.96618	125.13772	107.29401
2014/04	125.83000	109.06997	125.83000	107.58116
2015/01	127.52291	109.61566	127.95159	108.46120
2015/02	128.94347	110.93268	129.76862	109.21490
2015/03	129.57678	111.51259	132.38202	110.29894
2015/04	130.08173	113.76681	132.97816	110.54622

Errores para el PIB Turístico				
Año/Trim	Error	Error Abs	% Error	% Error Abs
2003/01	0.02612	0.02612	0.030%	0.030%
2003/02	-0.03361	0.03361	-0.039%	0.039%
2003/03	0.64912	0.64912	0.747%	0.747%
2003/04	-0.04530	0.04530	-0.052%	0.052%
2004/01	-1.50200	1.50200	-1.741%	1.741%
2004/02	-1.58159	1.58159	-1.820%	1.820%
2004/03	-1.18078	1.18078	-1.344%	1.344%
2004/04	-0.45969	0.45969	-0.516%	0.516%
2005/01	-0.30328	0.30328	-0.339%	0.339%
2005/02	-0.98118	0.98118	-1.100%	1.100%
2005/03	-0.97494	0.97494	-1.086%	1.086%
2005/04	-3.05694	3.05694	-3.470%	3.470%
2006/01	-0.30769	0.30769	-0.336%	0.336%
2006/02	2.32255	2.32255	2.447%	2.447%
2006/03	3.17063	3.17063	3.296%	3.296%
2006/04	3.41239	3.41239	3.532%	3.532%
2007/01	2.73999	2.73999	2.843%	2.843%
2007/02	2.01381	2.01381	2.096%	2.096%
2007/03	2.68261	2.68261	2.756%	2.756%

Errores para el PIB Turístico				
Año/Trim	Error	Error Abs	% Error	% Error Abs
2007/04	2.02536	2.02536	2.075%	2.075%
2008/01	2.76931	2.76931	2.794%	2.794%
2008/02	2.74083	2.74083	2.748%	2.748%
2008/03	1.60247	1.60247	1.618%	1.618%
2008/04	2.55899	2.55899	2.570%	2.570%
2009/01	1.26887	1.26887	1.282%	1.282%
2009/02	-7.54189	7.54189	-8.324%	8.324%
2009/03	-3.18773	3.18773	-3.346%	3.346%
2009/04	-1.53308	1.53308	-1.574%	1.574%
2010/01	-1.43164	1.43164	-1.459%	1.459%
2010/02	-2.80156	2.80156	-2.882%	2.882%
2010/03	-1.43384	1.43384	-1.449%	1.449%
2010/04	-3.66261	3.66261	-3.764%	3.764%
2011/01	-3.20804	3.20804	-3.262%	3.262%
2011/02	-1.75037	1.75037	-1.744%	1.744%
2011/03	-0.15734	0.15734	-0.154%	0.154%
2011/04	0.26344	0.26344	0.252%	0.252%
2012/01	-1.55039	1.55039	-1.511%	1.511%
2012/02	1.39851	1.39851	1.325%	1.325%
2012/03	0.34547	0.34547	0.330%	0.330%
2012/04	0.58795	0.58795	0.560%	0.560%
2013/01	0.46528	0.46528	0.443%	0.443%
2013/02	0.79472	0.79472	0.753%	0.753%
2013/03	0.82057	0.82057	0.774%	0.774%
2013/04	0.95487	0.95487	0.897%	0.897%
2014/01	0.09107	0.09107	0.086%	0.086%
2014/02	-0.16513	0.16513	-0.154%	0.154%
2014/03	1.67218	1.67218	1.535%	1.535%
2014/04	1.48881	1.48881	1.365%	1.365%
2015/01	1.15446	1.15446	1.053%	1.053%
2015/02	1.71778	1.71778	1.548%	1.548%
2015/03	1.21365	1.21365	1.088%	1.088%
2015/04	3.22059	3.22059	2.831%	2.831%