



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**“ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL Y BRECHA
DEL PRODUCTO: CASO MÉXICO”**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

ROMERO TORRES ULISES ARMANDO



ASESOR:

Mtro. HORACIO CATALÁN ALONSO

**CIUDAD UNIVERSITARIA, Ciudad de México, Mayo,
2016**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria:

Primero que nada agradezco a Dios y a mis padres por su gran apoyo incondicional, por su elección intertemporal en mí, al sacrificar siempre gran parte de su renta futura en mí, y ser siempre mi guía y fuerza para seguir adelante.

De igual modo a mis hermanos, Lili, Juan y Tere, por siempre estar al pendiente de mí, y nunca dejarme solo en esta aventura de la vida, ya que los considero como mis segundos padres. A mi cuñado Polo por sus grandes consejos y ser un gran amigo incondicional.

A mis sobrinos Víctor, Mary, Lore siempre serán parte importante en mi vida. Y mis sobrinitos Marco y Anthony que aunque los molesto mucho los adoro.

A mi segunda familia adoptiva Papá Marcos y Mamá Charín por la gran confianza que me han brindado y su enorme cariño, así como también el tío Dani (Goldo) y tía Evita los cuales admiro demasiado y me divierto bastante.

A mis amigos y compañeros con los que inicié esta aventura académica desde la prepa, Cua, Chucho, Darío y Toñito juntos hemos pasado grandes aventuras que aunque la vida nos lleve por rumbos diferentes, sabemos siempre que podemos contar el uno con el otro.

A mi querido amigo Paquito siempre lo recordaré con una gran sonrisa en su rostro, espero volverlo a ver algún día (en un futuro lejano) así como también a mi abuelita Cuca, siempre los llevaré en mi corazón.

A mi hermosa Novia (Diana) por ser un fuerte motor e inspiración en mí “she is my muse”. Por su gran apoyo incondicional, amor y la niña con los más hermosos sentimientos.

Agradecimientos:

Al Mtro. Horacio Catalán por su dirección, apoyo y grandes consejos en esta etapa de mi vida profesional.

A mis sinodales Mtra. Karina Caballero, Dra. Alejandra Patiño, Dr. Javier Galán y Mtro. Juan Marcos Ortiz por sus comentarios y observaciones del proyecto presentado a continuación.

Y la colaboración especial de la Dra. Teresita Romero Torres.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PRODUCTO POTENCIAL Y BRECHA DEL PRODUCTO	3
1.1 PRODUCTO POTENCIAL	3
1.2 BRECHA DEL PRODUCTO	6
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DEL PIB POTENCIAL	13
2.1 SERIES DE TIEMPO Y COMPONENTES NO OBSERVADOS	13
2.2 FILTRO HODRICK-PRESCOTT	19
2.3 FILTRO BAXTER-KING	22
2.4 FILTRO CHRISTIANO-FITZGERALD	25
2.5 FILTRO CORBAE-OULIARIS	29
CAPÍTULO 3. RESULTADOS ESTIMADOS Y EVIDENCIA EMPÍRICA	35
3.1 FILTRO HODRICK-PRESCOTT (HP)	35
3.1.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIA Y AMPLITUD	38
3.2 FILTRO BAXTER Y KING (BK)	40
3.1.2 ANÁLISIS DE FRECUENCIA Y AMPLITUD	43
3.3 FILTRO CHRISTIANO-FITZGERALD (CF)	45
3.1.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIA Y AMPLITUD	47
3.4 FILTRO CORBAE-OULIARIS (CO)	50
3.1.4 ANÁLISIS DE FRECUENCIA Y AMPLITUD	51
3.5 BRECHA Y PIB POTENCIAL: PROMEDIO FILTROS	56
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA.	69
ÍNDICE DE GRÁFICOS	72
ÍNDICE DE CUADROS	73

Introducción

En el actual contexto económico nacional e internacional, la importancia del correcto diseño e implementación de políticas económicas ha llevado a la formulación de diversas técnicas o herramientas, que permiten identificar la situación estructural y coyuntural que impera en una economía. Por lo que, conocer con mayor detalle la situación en la que se encuentra la actividad productiva, es de gran importancia, pues brinda un amplio panorama acerca de las necesidades actuales de una economía. La teoría económica establece que el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) sigue un proceso de crecimiento caracterizado por fluctuaciones alrededor de una tendencia ascendente. Esa trayectoria tendencial del PIB puede asociarse a un crecimiento potencial definido como el nivel de producción compatible con la dotación de factores productivos y nivel de tecnología disponibles (Campell y Mankiw, 1987; Stock y Watson, 1988; Mankiw, 2003 y Catalán y Aquino, 2013). Asimismo, las desviaciones del PIB observado respecto a esa trayectoria muestran fases de expansión y recesión de la actividad económica, conocida también como la brecha del producto potencial o el ciclo de la economía (Hodrick y Prescott, 1997). La relevancia de identificar, separar y analizar los componentes básicos del producto real resulta central a los efectos de la política económica. De esta manera, conocer el PIB potencial y brecha del producto permite identificar la posición cíclica y cambios en el patrón de la evolución del ciclo económico de la economía; por lo tanto, deducir si el impulso de una política será pro cíclico o contra cíclico, garantizando en todo momento, estabilidad de precios y un mayor nivel de empleo. (Mishkin, 2007; Acevedo, 2009 y Catalán y Aquino, 2013).

Sin embargo, debido a que el PIB potencial es una variable no observable requiere alguna técnica o técnicas para su estimación. No hay un consenso sobre un método en particular para identificar la trayectoria de largo plazo del PIB, por lo que la literatura económica sugiere utilizar más de una técnica en el proceso de estimación del PIB potencial y brecha del producto. De acuerdo con Scacciavillani y Swagel (1999), el producto potencial de una economía tiene principalmente dos acepciones teóricas. Desde el punto de vista keynesiano, este concepto se refiere al producto que una economía obtendría si se utilizara plenamente la dotación de

sus factores productivos en un entorno de inflación estable, el cual podría calcularse mediante una función de producción que estuviese evaluada en el nivel del factor trabajo congruente con la tasa natural de desempleo. Entre otros métodos destacan: los modelos de espacio estado, los modelos SVAR (VAR estructural) y los modelos de demanda (Bayoumi y Eichengreen, 1992). Una segunda vertiente, que carece de fundamentos teóricos, involucra instrumentos meramente estadísticos que intentan descomponer la serie del PIB en sus elementos permanente y cíclico. Entre estas técnicas destacan el uso de los filtros de Beveridge y Nelson (1981); Watson (1986); Baxter y King (1995); Hodrick y Prescott (1997); Christiano-Fitzgerald (2003) y Corbae-Ouliaris (2006).

En México esta identificación, análisis e interpretación del cálculo del PIB potencial y brecha del producto ha cobrado gran relevancia entre diversos investigadores. De acuerdo con Mejía y Erquizio (2012) después del libro pionero de Padilla (1967) “no hubo un análisis sistemático de los ciclos económicos sino hasta finales de la década de los noventa” (2012: X, Loría y Salas, 2014).

Así, la presente investigación tiene por objetivo estimar el PIB potencial y la brecha del producto para el caso de la economía mexicana utilizando las técnicas de cuatro filtros univariados, mediante la descomposición de la serie del PIB real reportada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el periodo 1980Q1 a 2014Q4. Los principales trabajos correspondientes al caso de México, muestran una banda entre 0.6% a 4.4% del PIB potencial dependiendo de la muestra estudiada, por lo que se espera que la presente estimación oscile entre estos valores.

Los principales resultados indican que la economía mexicana no ha experimentado presiones de crecimiento por encima o por debajo de su capacidad potencial, debido ha que presentó una brecha del producto muy cercana a cero, así mismo, estima una tasa de crecimiento potencial promedio entre 2.3% y 2.4% a lo largo del periodo analizado.

La investigación se estructura con la presente introducción, un primer capítulo que contiene una breve descripción de la literatura económica con respecto al tema de interés y sus principales corrientes metodológicas, un segundo capítulo que

presenta la metodología de descomposición de una serie de tiempo (PIB) en sus componentes no observables mediante la utilización de los principales filtros univariados, un tercer capítulo que muestra los resultados obtenidos y la evidencia empírica de otras tesinas contrastando los resultados arrojados. Finalmente, se presentan las conclusiones en un último capítulo.

Capítulo 1. Producto Potencial y Brecha del Producto

1.1 Producto Potencial

El *producto potencial* surge de la necesidad de conocer con mayor precisión el correcto diseño e implementación de las políticas económicas. El estudio de este permite determinar la situación estructural y coyuntural que impera en la economía de un país, y por lo tanto, deducir si el impulso de una política será pro cíclico o contra cíclico. Así mismo, permite determinar la contribución de los factores productivos y del avance tecnológico al crecimiento secular de la economía (*growth accounting*); estimar la capacidad de expansión del producto en el mediano plazo, anticipar la evolución de las presiones inflacionarias y prever posibles situaciones de sobrecalentamiento, así como caracterizar los ciclos económicos y fechar las fases recesivas y expansivas de la actividad productiva (Acevedo, 2009).

A lo largo de la historia han surgido principalmente dos vertientes en base al estudio de este concepto. Desde la corriente del pensamiento keynesiano, este concepto se refiere al producto que una economía obtendría si utilizara plenamente la dotación de sus factores productivos en un entorno de inflación estable y una tasa natural de desempleo (Congressional Budget Office, 2001), en la cual la diferencia entre el producto real observado y el potencial representa la capacidad ociosa de la economía (Branson, 1985). Del mismo modo, Sachs y Larraín (1985) afirman que el producto potencial representa el nivel de producción que puede alcanzar la economía cuando todos los factores productivos, especialmente el trabajo, están cerca de su plena utilización. Bajo este contexto, tener una medida del PIB potencial es de vital importancia para establecer la política de manejo de la demanda agregada que permita aminorar el efecto del ciclo económico.

El PIB potencial podría calcularse mediante una función de producción que estuviese evaluada en el nivel del factor trabajo congruente con la tasa natural de desempleo. Cuando el producto efectivo es menor que el producto potencial durante un período de tiempo, es debido a que los factores de la producción están siendo subutilizados y, por tanto, se estaría produciendo menos de los que se alcanzaría si los factores disponibles están trabajando a ritmo normal, así la economía se ubica en una fase depresiva del ciclo. En contraste, si el producto efectivo crece a un mayor ritmo que el potencial, algunos factores están trabajando a un ritmo superior al normal, registrándose una presión de aumento de los costos y por ende, de los precios de los productos (Catalán y Aquino, 2013).

El enfoque de la teoría neoclásica considera que el producto potencial y la brecha del producto están determinadas exógenamente por las perturbaciones estocásticas que sufre la oferta de bienes y servicios. Acepta que el Producto Interno Bruto (PIB) evoluciona entorno a su tasa potencial, que corresponde a la que resulta de la eficiente utilización de los factores productivos y, por tanto, es neutral sobre la inflación (Romer, 2002), es decir, el producto observado fluctúa alrededor de un nivel potencial o de tendencia. Dicha fluctuación es corta o de poca duración. Otra definición apunta a que el producto potencial es asociado con una tasa de crecimiento de la tendencia del producto efectivo, es decir, aquel crecimiento que no corresponde a elementos coyunturales o transitorios. Dicho crecimiento es afectado por shocks externos de productividad que afectan a la oferta agregada y que determinan tanto el crecimiento de la tendencia (crecimiento potencial) y las fluctuaciones de corto plazo en el producto sobre el ciclo económico. Así, el producto potencial y brecha del producto están determinados exógenamente por las perturbaciones estocásticas que sufre la oferta de bienes y servicios. Así que, la medición del producto potencial radica en sustraer de la serie observada del PIB su componente permanente.

Acevedo (2009) afirma que ninguno de estos dos enfoques considera el producto potencial como la capacidad de producción máxima de una economía, sino como aquel ritmo de expansión óptimo sostenible en el mediano plazo. Este nivel óptimo no genera distorsiones en la economía, considera una tasa natural de desempleo

y no hay presión inflacionaria (*NAIRU-non accelerating inflation rate of unemployment*).

En la literatura de los ciclos económicos reales (Nelson y Plosser, 1982) identifican que sólo las políticas o alteraciones de demanda se consideran perturbaciones transitorias que no afectan la trayectoria del producto potencial, y sólo fenómenos relevantes provenientes de la oferta son los que pueden sacar al producto de esa trayectoria de largo plazo. Esta trayectoria sirve como indicador para elaborar políticas económicas consistentes.

Como se ha mencionado el producto potencial es una variable no observable, por lo que es necesario estimarla. De acuerdo con las dos vertientes mencionadas, la primera se fundamenta en los principios estipulados por la teoría económica, por lo que debe inferirse a través de la información que arroja el comportamiento de diversas variables macroeconómicas cuantificables. Algunos de estos procedimientos con fundamento teórico son: la estimación de una función de producción Cobb-Douglas, los modelos espacio-estado, los vectores autorregresivos VAR estructurales (SVAR) con restricciones de largo plazo y los modelos de demanda como el planteado por Bayoumi y Eichengreen (1992).

Por otro lado, la otra vertiente carece de fundamentos teóricos económicos y sólo involucra instrumentos puramente estadísticos con los que se intenta descomponer la serie del PIB en sus elementos, permanente y ciclo. Entre estos instrumentos se encuentran, por ejemplo, los filtros de Beveridge y Nelson (1981), Watson (1986), Baxter y King (1995), Hodrick y Prescott (1997), Christiano-Fitzgerald (2003) y Corbae-Ouliaris (2006).

Ambas metodologías permiten descomponer la serie del PIB en sus elementos básicos, de los cuales la tendencia se aproxima en una medida al producto potencial. A partir de su cálculo, se hace la medición de la brecha del producto la cual es de vital importancia para el análisis económico y el correcto diseño e implementación de las políticas económicas.

1.2 Brecha del Producto

La *brecha del producto* (*output gap*) se define como la diferencia entre el producto observado y el producto potencial. No es otra cosa que la distancia que existe entre lo que es capaz de producir una economía, dada la condición de uso particular de los recursos; respecto de lo que en efecto se produce (Caloca, Cárdenas y Ortiz, 2004). Esta brecha o diferencia del producto nos lleva a la definición del ciclo económico, la cual se caracteriza por las expansiones o contracciones que ocurren en muchos sectores económicos al mismo tiempo, recurrentes, aunque de forma no periódica, difieren en duración e intensidad. El estudio de estas oscilaciones o perturbaciones del producto ha llevado a la formulación de diversas teorías; desde el siglo XIX autores como Wicksell (1907), pensaba que estas perturbaciones eran producto de una fuerza externa capaz de perpetuar el movimiento cíclico. Dicha fuerza estaría constituida por el flujo incesante y variable del *progreso técnico*, donde el ritmo de las inversiones dependería de la dinámica de las innovaciones técnicas, y la importancia de los factores monetarios sería solamente subsidiaria.

Por otra parte, la Escuela Austríaca con Friedrich Hayek (1936), a diferencia de Wicksell, pensaba que los factores monetarios son esenciales en la explicación del ciclo económico, destacando la importancia de la *tasa de interés* como precio relativo intertemporal. La tasa de interés es crucial para la coordinación de las decisiones acerca del ahorro y la inversión, su alteración mediante cambios en el crédito bancario modificaría las decisiones anteriormente adoptadas por los empresarios. Del mismo modo, Hawtrey (1919) propone que la expansión crediticia genera conflictos o es fuente de inestabilidad. El punto de partida en la explicación del ciclo es el concepto de *demanda efectiva*, entendida como la totalidad del gasto de bienes de consumo y bienes de inversión. Así, el ciclo resulta de las fluctuaciones en el gasto total.

Lavington (1992) y Pigou (1912) destacaron el papel de las expectativas en las decisiones de inversión, así como las implicaciones que los errores empresariales en la percepción del estado de la economía podrían tener sobre el ciclo y sobre la asignación intertemporal de los recursos. Pigou fue explícito en destacar la

primacía de los factores reales como causa del ciclo. Los factores monetarios obrarían solamente como vínculos mediadores.

De acuerdo con la corriente del pensamiento keynesiano, el ciclo económico es producto de movimientos en la demanda agregada en relación a un movimiento pequeño en la oferta agregada. Lo anterior justifica la implementación de una política económica para tratar de disminuir o estimular el efecto generado en el ciclo económico, a través del manejo de la demanda agregada. Para Keynes la inversión es la variable más inestable de la demanda agregada, debido a que es un componente autónomo del nivel de ingreso. Los empresarios saben que existe incertidumbre sobre el futuro de sus proyectos de inversión, por lo que la inversión es fuente de *inestabilidad económica*. Lo anterior porque la inversión depende negativamente de la tasa de interés ya que representa el precio del dinero con el que se financian los empresarios, cuando la tasa de interés sube, la inversión baja y, viceversa (Keynes, 1936). De modo que Keynes utiliza el concepto de la *eficacia marginal del capital*¹ como la fuente de las variaciones; tiene una tendencia decreciente, lo que conlleva a los ciclos económicos. De esta manera, el precio de demanda será mayor en tanto la tasa de interés sea menor. Así mismo, el precio de demanda es mayor que el precio de oferta del activo de capital, entonces la tasa de interés es menor que la eficacia marginal del capital, lo que se convierte en un aliciente para que los empresarios inviertan. Esto es, si la eficacia marginal del capital es mayor que la tasa de interés se continuara invirtiendo; en contraste, si la eficacia marginal del capital es menor que la tasa de interés provocará el efecto contrario (Keynes, 1936).

Por parte, Slutsky (1937) y Frisch (1933) postulan la hipótesis de que la naturaleza del ciclo es meramente *estocástica*. Las economías siguen trayectorias de equilibrio, a partir de las cuales pueden alejarse temporalmente debido a *eventos aleatorios*. Argumentando que toda una variedad de causas podrían traducirse en choques reales sobre la economía, de modo que el debate acerca de su identificación no sería relevante. Por lo que, a partir de los eventos aleatorios, la suma de oscilaciones amortiguadas definirían el patrón de movimiento de una

¹ La eficacia marginal del capital es el tipo más elevado de rendimiento sobre el costo que se espera de producir una unidad adicional de la más lucrativa de todas las especies de bienes de capital. La eficiencia marginal del capital mide la lucratividad prevista de la nueva inversión.

serie económica. Por otro lado, Kaldor (1940) intentó mostrar las condiciones bajo las cuales el multiplicador keynesiano conjuntamente con la función de demanda de inversión, “inevitablemente producen el ciclo económico”. En el largo plazo surgirán fuerzas asociadas a la acumulación de capital y el crecimiento del ingreso real que los harán inestables. Así, el ciclo económico se genera endógenamente, sin necesidad de apelar a choques exógenos.

El modelo del ciclo económico de Kalecki (1993) es explicado a través de dos conceptos, a saber, la decisión de invertir, y el rezago temporal entre la decisión de invertir y la instalación de las inversiones. La decisión de invertir se propone como una función directa de los beneficios, e inversa del acervo de capital. El ciclo económico es producido por la interrelación entre los pedidos de bienes de inversión, su producción, la entrega de los nuevos equipos para su instalación, y el cambio del acervo de capital. La causa de las crisis, de acuerdo con Kalecki radica en el hecho según el cual los bienes de inversión no son solo productivos, sino capaces de producir nuevos bienes, para la producción. La inversión considerada como el gasto de los capitalistas es la fuente de la prosperidad, y cada uno de sus aumentos mejora los negocios y estimula futuros incrementos de la inversión. Pero al mismo tiempo, la inversión es una adición al equipo de capital, de modo que cada incremento del mismo llega a competir con las antiguas generaciones de dicho equipo. La tragedia de la inversión consiste en que ella atrae la crisis precisamente porque es útil.

La obra de Arthur Burns y Wesley C. Mitchell, *Measuring Business Cycles* (1946) ha sido considerada como el primer estudio sistemático de ciclos económicos basado en series de tiempo. En su época constituyó el culmen de los esfuerzos de investigación del ciclo económico en los Estados Unidos realizados desde 1920 por el *National Bureau of Economic Research (NBER)*. La obra se interesaba por ofrecer elementos de medición estadística del ciclo, pero también se aventuró en el campo teórico contribuyendo a la visión según la cual los ciclos son característicos de las modernas economías mercantiles, de modo que en cada fase del proceso económico se encuentra el inicio de la fase siguiente. Así, la descripción del ciclo puede iniciarse por cualquier fase. Una vez iniciada, cada fase tiende a desarrollarse en forma acumulativa. En ausencia de choques

externos que podrían acelerar o retardar el movimiento acumulativo, los cambios ocurrirán, según Mitchell, “lenta pero seguramente”. Los costos de producción y el comportamiento del sector financiero juegan un papel crucial tanto en el surgimiento de la crisis a partir de la prosperidad, como en la recuperación a partir de la depresión. En síntesis, Burns y Mitchell describen a los ciclos económicos como: el tipo de fluctuaciones que se presentan en la actividad económica global de las naciones cuyo sistema productivo descansa principalmente en la empresa privada; un ciclo consta de expansiones, que se producen, aproximadamente al mismo tiempo, en muchas ramas de la actividad económica, y que son seguidas de regresiones, contracciones y recuperaciones, también de carácter general, que conducen a la fase de expansión del ciclo siguiente; esta sucesión de cambios es recurrente pero no periódica, la duración de los ciclos varía desde algo más de un año hasta diez o doce; no son divisibles en ciclos más cortos de carácter semejante y con amplitudes aproximadamente iguales.

El enfoque del Ciclo Económico Real contó entre sus principales referencias al modelo de crecimiento de Solow. Este modelo partía de la idea de que los movimientos de las variables reales mueven en gran medida la economía de un país. En su mayoría, las fluctuaciones a corto plazo se deben por shocks tecnológicos, es decir, perturbaciones en la producción. Estas fluctuaciones en la producción (expansiones y contracciones) están altamente ligadas a la productividad de la mano de obra (R. Solow, 1957). Solow propuso para analizarlo la siguiente descomposición: bajo los supuestos rendimientos constantes a escala y mercados competitivos; la tasa del crecimiento del producto puede ser expresada como:

$$(1) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

$$(2) \quad \log Y_t = \alpha \log K_t + (1 - \alpha) \log L_t + \log A_t$$

$$(3) \quad \frac{\partial \log Y_t}{\partial t} = \alpha \frac{\partial \log K_t}{\partial t} + (1 - \alpha) \frac{\partial \log L_t}{\partial t} + \frac{\partial \log A_t}{\partial t}$$

$$(4) \quad g_y = \alpha g_n + (1 - \alpha) g_k + q$$

donde g_y , g_n , y g_k son las tasas de crecimiento de la producción, mano de obra y capital respectivamente, α es la participación de la mano de obra y q son los factores que no están explicados por el modelo, a este término se le conoce como

residuo de Solow también denominado *Total-Factor Productivity* (TFP).
Reescribiendo la ecuación anterior:

$$(5) \quad (g_y - g_n) = \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)(g_k - g_y) + \left(\frac{1}{\alpha}\right)q$$

Entre las críticas del enfoque del ciclo económico real; se encuentran la relación con las fuentes y el alcance de los choques tecnológicos; se ha controvertido la ausencia de evidencia microeconómica acerca de su importancia, y el supuesto que sugiere que todos los sectores de la economía resultante son igualmente afectados, y que la productividad de todos los factores es también igualmente afectada. En relación con la utilización del residuo de Solow para medir el cambio tecnológico, algunos estudiosos han encontrado evidencia según la cual las variaciones en el corto plazo de dicho residuo reflejan mucho más que cambios en el ritmo de las innovaciones tecnológicas (Mankiw, 1989; Romer, 1996 y Stadler, 1994). La controversia también ha involucrado los mecanismos de propagación, que los críticos consideran muy débiles. Un choque transitorio sobre la productividad únicamente origina desviaciones temporales en el producto a partir de su senda de largo plazo, de modo que una vez eliminada la tendencia, el producto no exhibe autocorrelación. Señalan que para generar ciclos, es necesario incorporar una sustancial autocorrelación de primer orden en los choques sobre la productividad. El concepto de tiempo involucrado en la producción de bienes de capital también es colocado en tela de juicio en relación con su debilidad para propagar los choques reales, de modo que la fuente principal de dinámica de estos modelo es el proceso estocástico de los choques tecnológicos (Rouwenhorst, 1991; Cogley y Nason, 1995).

Kydlan y Prescott (1982) integraron la investigación sobre el crecimiento y las fluctuaciones económicas ofreciendo visiones alternativas, y cuya base es el modelo neoclásico de acumulación de capital empleado no sólo para explicar el crecimiento, sino temas dinámicos más generales. En este contexto, el equilibrio se presenta como un proceso estocástico. Para emplear el modelo de crecimiento estocástico en el estudio de las fluctuaciones económicas, las decisiones de asignación de tiempo entre actividades mercantiles y no mercantiles deberían ser

endógenas, tal como se presenta en el modelo propuesto por Kydland y Prescott y Long y Plosser.

Nelson y Plosser (1982) pusieron sobre el piso el tema del *componente permanente* en las principales series de tiempo utilizadas por los macroeconomistas. Esto contribuyó a que en la década de los noventa en una serie de documentos, Prescott (1986), Kyndlan y Prescott (1990), Hodrick y Prescott (1997) y King y Rebelo (1999) expusieran la metodología de medición del ciclo económico, conocida como el *filtro de Hodrick-Prescott*. Algunos investigadores han cuestionado la aplicación mecánica de dicho filtro, ya que puede remover componentes importantes de las series de tiempo, que los economistas han considerado como elementos del ciclo. Más aún, que el uso del filtro tanto con series de tiempo simuladas como con series históricas pueden revelar que en los dos casos se presentan características cíclicas similares, que no estaban necesariamente presentes en las series originales.

Robert E. Lucas (Premio Nobel de Economía en 1995) señaló que los movimientos de las variables alrededor de la tendencia o componente permanente no son uniformes ni en período ni en amplitud, atribuyéndolos a factores reales, particularmente a choques de productividad. En la actualidad, algunos investigadores han desplazado claramente su interés en los modelos de ciclos reales, poniendo énfasis en el comportamiento cíclico y tendencial de las variables macroeconómicas que se desprenden de las acciones de política económica.

Es claro que ambos panoramas ofrecen visiones alternativas sobre la medición y causa de los ciclos económicos o brecha del producto. En este contexto, la medición, tamaño y la persistencia de la brecha del producto en el corto plazo proporciona una guía útil para el análisis del balance entre oferta y demanda y la consecuente medición de las presiones inflacionarias. En el mediano plazo, la medición de la productividad potencial (información sobre el desenvolvimiento de la tendencia del stock de capital, la fuerza laboral, y los cambios tecnológicos) proporciona también una guía útil para analizar las capacidades de la oferta agregada de la economía y por ende, la evaluación de los patrones de crecimiento

sostenibles de producción y empleo que no generen presiones inflacionarias (Giorno, 1995).

Autores como Kichian (1999), Cerra y Chaman (2000) y Miller (2003) señalan que la medición de la brecha del producto permite encontrar regularidades (en términos de ciclos) que proporcionan una guía útil para el análisis del balance entre oferta y demanda agregadas, y de la consecuente medición de la cuenta corriente.

Del mismo modo, identificar la fase del ciclo por la cual atraviesa la economía es de vital importancia. Si la actividad económica se mantiene durante un periodo de tiempo por encima de su potencial, generándose un *output gap positiva* se esperaría que el nivel de desempleo observado se encontrará por debajo de la NAIRU asociada con presiones inflacionarias. Además, esta dinámica económica provocará un deterioro en la cuenta corriente de la balanza de pagos del país. Inversamente, cuando la actividad económica cae por debajo de su nivel potencial y el *output gap negativo*, caracterizados a periodos de ajuste en la actividad que generan tensiones a la baja sobre la inflación y el nivel de desempleo es relativamente alto respecto a la NAIRU, se esperaría una mejora en el saldo en la cuenta corriente de la economía, puesto que la demanda agregada es menor que la oferta potencial de bienes y servicios. Sin embargo, cuando la brecha negativa es muy grande significa que la economía se encuentra en una crisis económica y que se ubica por debajo de su *Frontera de Posibilidades de Producción* (FPP); esta frontera, en una gráfica muestra varias combinaciones de producción que se pueden alcanzar cuando todos los recursos se utilizan de la manera más eficiente, dado el estado actual de la tecnología (Acevedo, 2009 y Catalán y Aquino, 2013).

Así, el cálculo de la brecha entre el PIB observado y su crecimiento potencial permite analizar la fase del ciclo que atraviesa la economía e identificar presiones de demanda que puedan afectar la dinámica de la inflación doméstica, por parte de las autoridades monetarias.

Para el caso México, la evidencia empírica sobre las posiciones teóricas tomadas han sido ambas, tanto en el sentido de teoría económica, como no teórica, en

ambas se ha observado resultados muy similares. Las principales técnicas utilizadas en México son el filtro HP y función de producción.

En México, la principal institución encargada del correcto diseño e identificación de los ciclos económicos es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual tiene por objetivo proporcionar información oportuna sobre el comportamiento de la economía mexicana y la evolución de sus ciclos económicos. El enfoque para representar a los ciclos económicos por parte de la presente institución es el *growth cycle* (ciclo de crecimiento)². Mediante el Sistema de Indicadores Cíclicos conformado por Indicadores compuestos que se denominan *Coincidente*³ y *Adelantado*⁴.

Para el caso de la presente investigación se utilizarán las diferentes técnicas de filtros univariados, bajo el supuesto de que en su conjunto brindarán elementos importantes para el análisis.

Capítulo 2. Metodologías de Estimación del PIB potencial

2.1 Series de Tiempo y componentes no observados

Para la estimación del producto potencial es necesario contar con una serie consistente del PIB, ya que es de vital importancia para la estimación, interpretación y *análisis* de resultados; por tal caso, la necesidad de suavizar los datos de la serie permite *estimar* el comportamiento de ésta y evitar movimientos erráticos y fluctuaciones indeseables que, básicamente, oscurecen la dinámica de la variable (Guerrero, 2011) (ver gráfica 1). Una serie ajustada por estacionalidad muestra con mayor claridad los movimientos a corto y mediano plazo del PIB.

Algunas de las principales causas que generan las fluctuaciones estacionales son: el calendario mismo, por el hecho que existen festividades tanto fijas como

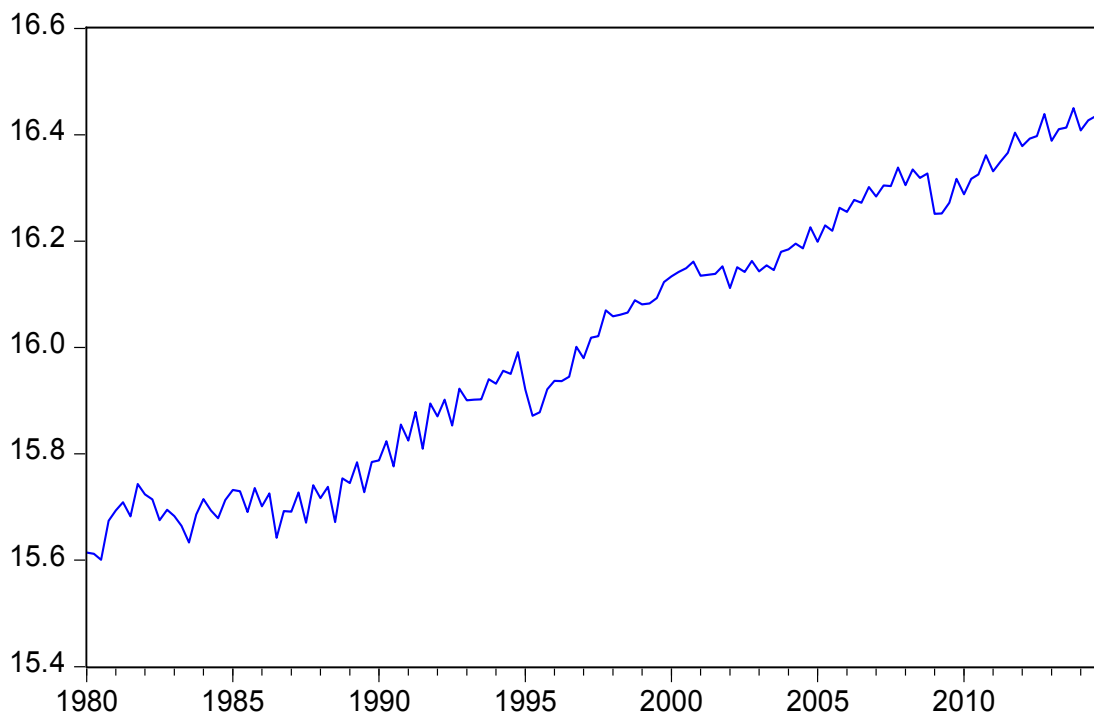
² Muestra las oscilaciones de una serie en niveles alrededor de su tendencia de largo plazo.

³ Refleja el estado general de la economía. Está compuesto por: 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 la importaciones Totales.

⁴ Su función es señalar con anticipadamente la trayectoria del Indicador Coincidente. Está compuesto por: 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.

móviles; una segunda causa puede estar dada por fechas importantes que las instituciones tienden a fijar dentro del año para realizar ciertas actividades (i.e. periodos vacacionales, de pagos etc.); como tercera causa se podría considerar el efecto de las estaciones del año o clima, que pueden generar algún impacto en la producción o las ventas; finalmente, se consideran las expectativas de las fluctuaciones estacionales (incremento en la producción por expectativas de elevadas ventas futuras, por ejemplo, en el mes de diciembre), entre otros fenómenos que pueden ocurrir simultáneamente para producir las fluctuaciones estacionales que se pueden observar en una serie de tiempo determinada.

**Gráfico 1. PIB sin ajuste estacional (precios constantes)
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Por lo tanto, la desestacionalización permite la identificación de patrones subyacentes y relaciones causales, disminuyendo la posibilidad de ser engañados por correlaciones espurias que resulten de influencias estacionales sistemáticas e independientes, ya que se le han eliminado los efectos periódicos que se repiten cada año y que tienden a exagerar los movimientos de la serie. Entre otros fundamentos, la idea básica que sustenta la desestacionalización de las series económicas es el hecho de que a éstas las constituyen varios componentes no

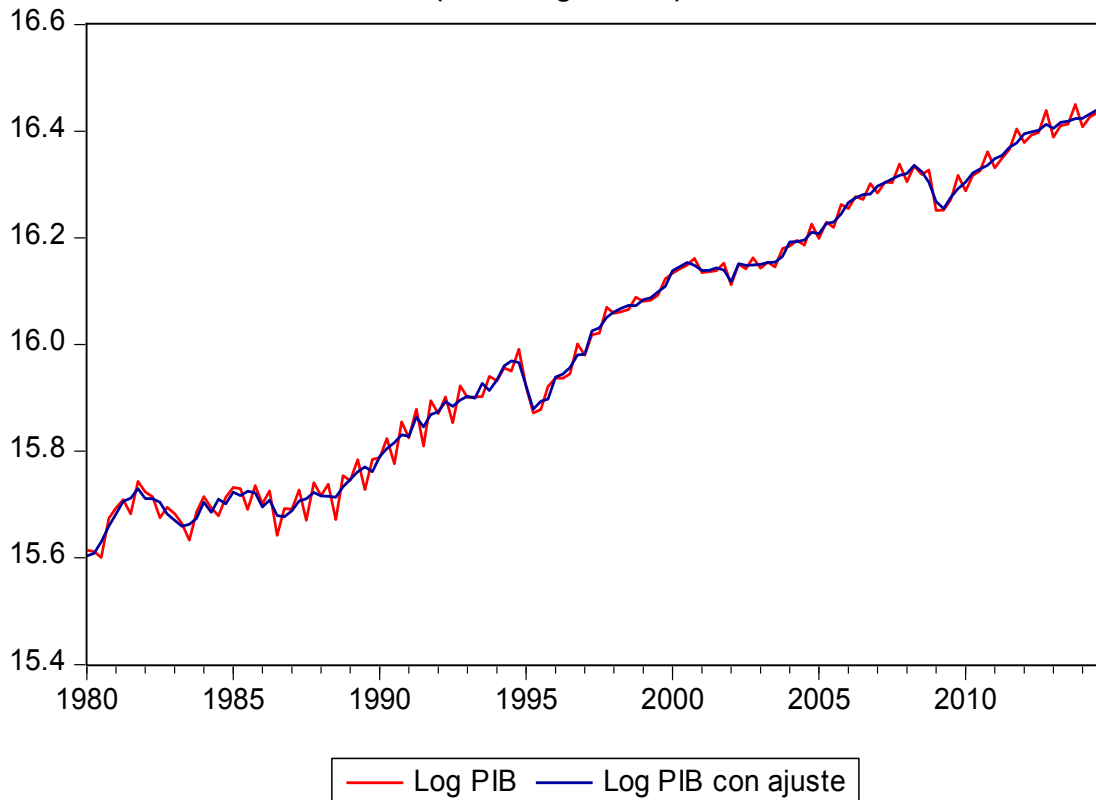
observables que pueden, en un momento dado, ser separados de la serie original. Los componentes se utilizan para caracterizar los distintos movimientos que pueden presentar dicha serie, tales como la tendencia, el ciclo, la estacionalidad y el componente irregular.

La desestacionalización puede realizarse de diversas maneras. Entre los procedimientos más utilizados y recomendados a nivel internacional se encuentran: el X-12-ARIMA de la Oficina del Censo de Estados Unidos y el SEATS del Banco de España descrito por Gómez y Maravall (1996).

El método estadístico **X-12 ARIMA** (US Census Bureau, 2009) es una extensión del Census II basado en promedios móviles ponderados, los cuales se sustentan en el desarrollo de un sistema de factores que explican la variación estacional en una serie (Cortez, 2008; Makridakis, Wheelwright y Hyndman, 2008). Este método consta de dos módulos: el RegArima⁵, el cual se encarga de realizar el ajuste previo a la serie y el módulo X11, mismo que realiza el ajuste estacional. Este último utiliza un filtro lineal como herramienta básica de ajuste estacional, por medio del cual la serie se descompone en tendencia-ciclo, estacionalidad y componente estrictamente irregular que, por definición debe ser ruido blanco. Este filtro lineal para la desestacionalización de las series se aplica una vez que se haya limpiado la serie de los valores atípicos (*outliers*), efecto calendario y algún evento especial mediante el módulo RegArima. Esto es una descomposición multiplicativa debido a que, como la mayoría de las series de tiempo, su variación estacional aumenta en el tiempo (Makridakis, Wheelwright y Hyndman, 2008). En la gráfica 2, se puede observar el proceso X-12-ARIMA en la cual la serie presenta una tendencia más suavizada, eliminando los factores estacionales por lo que la serie presenta un comportamiento más estable.

⁵ Los modelos RegArima son usados para extender la serie, usando promedio móviles simétricos para el ajuste estacional, de esta manera se logra una mejor corrección. A su vez, permite identificar la presencia de efecto calendario o puntos atípicos (*outliers*), estimarlos y limpiar la serie de sus efectos que distorsionan el resultado del proceso de ajuste estacional.

**Gráfico 2. PIB con ajuste estacional (precios constantes)
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Una vez obtenida una serie consistente del PIB, se parte de ésta para poder estimar el producto potencial, ya que es una variable no observable. Como se mencionó anteriormente de acuerdo con el *enfoque clásico*, las series de tiempo se integran por los siguientes elementos:

$$(6) \quad Y_t = T_t + C_t + E_t + U_t$$

donde T_t es la tendencia de la serie, C_t el ciclo, E_t estacionalidad que en su conjunto conforman el componente sistemático de la serie y por último un componente aleatorio o irregular U_t . De esta manera la descomposición de las series de tiempo (ciclo y tendencia) juegan un papel muy importante en el proceso de análisis y toma de decisiones. Asimismo, el análisis de las series de tiempo: ciclo y tendencia son denominados *componentes no observables*; donde el problema recae en estimar los distintos componentes de la serie, conocido como *extracción de señales*.

La literatura establece que la serie observada del PIB sigue un proceso de crecimiento caracterizado por fluctuaciones alrededor de una tendencia ascendente. Por lo anterior, es importante conocer el alcance, la duración y las recuperaciones de las distintas fases del ciclo de la economía. Bajo la misma perspectiva, es importante definir la trayectoria del producto potencial⁶ como una serie no observada, por la cual es necesario implementar algún método de estimación.

Beveridge y Nelson (1981) señalan que la mayoría de las series económicas se pueden aproximar por dos componentes:

$$(7) \quad Y_t = Y_t^p + Y_t^c$$

donde Y_t es una serie de tiempo (PIB), Y_t^p es el componente permanente o tendencial y Y_t^c es el ciclo que se obtiene como residual. En el contexto de la teoría de filtros lineales, es posible extraer el componente permanente de la serie de tiempo.

Tendencia lineal o polinómica es un filtro $\rightarrow \hat{Y}_t^p = \hat{\delta}_0 + \sum_{j=1}^d \hat{\delta}_j t^j$

El promedio móvil es un filtro $\rightarrow \hat{Y}_t^p = \frac{1}{k} (y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-k})$

El marco general establece que la serie observada del PIB es resultado de la suma de dos componentes, un componente permanente que se define como la trayectoria del producto potencial y otro transitorio (7), relacionado con la teoría de los ciclos económicos y que representa las desviaciones temporales de su tendencia de largo plazo (Mills, 1991 y 2003; Canova, 1998 y 2007; Hodrick y Prescott, 1992).

La estimación de ambos componentes puede realizarse utilizando diversas técnicas (7), pero no existe un consenso sobre la mejor especificación del modelo o forma de estimación, no existe garantía de unicidad en el proceso de descomposición y donde además distintos modelos tendenciales generan

⁶ Nivel de producción que no está sujeto a los choques de oferta o demanda agregada, también se ha interpretado como una medida de la capacidad productiva de la economía consistente con una tasa natural de desempleo.

diferentes componentes cíclicos con el riesgo potencial de generar resultados espurios (Watson, 1986; Maravall, 1999 y Mills, 2003).

De acuerdo con Mejía y Erquizio (2012), el cálculo de la tendencia mediante la metodología de filtros incurren en sesgos subjetivos de medición que pueden generar distintas cronologías del ciclo económico. Desde hace muchos años, la Organización para Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) utiliza el enfoque de ciclos de crecimiento y el INEGI comenzó a hacerlo desde 2010. Es apropiado señalar que la extracción de componentes no observable de las series de tiempo cuenta con un conjunto importante de herramientas que ofrece un enorme campo de elección, entre los más utilizados son: modelos X-12-ARIMA (Campbell-Mankiw, Watson, Cochrane), los *Band Pass Filters* (Baxter-King, Chistiano-Fitzgerald) y los modelos estado-espacio como el filtro de Kalman y el procedimiento de Wada y Perron (2006).

Como lo señala Loría y Salas (2014), las bondades de cada método no están exentas de dificultades. Por ejemplo, para el método de Wada y Perron (2006), los autores expresan que la estimación de estos modelos de mezcla gaussiana existe el llamado *label-switching*⁷. Por lo tanto, no es posible identificar los estados sin cierta normalización, que requiere de la subjetividad del analista, y se imponen algunas restricciones en los parámetros. Para el filtro Kalman (Acevedo, 2009), se debe hacer explícito un supuesto sobre la dispersión de la variable estado que es equivalente al parámetro de suavizamiento del filtro HP. Asimismo, se debe asignar un valor inicial que tomará la variable de estado y los coeficientes de la ecuación señal. Del mismo modo, los filtros de banda (*Band Pass Filters*) requieren asignar tres parámetros: *up*, *down* y *K* (el orden de la media móvil). En este sentido, la aplicación simultánea de un amplio espectro de métodos de descomposición de las series permite obtener evidencia robusta sobre estos patrones regulares; y en consecuencia, de una mejor aproximación de la brecha del producto (Catalán y Aquino, 2013).

⁷ Este es el problema principal de estos modelos, el cual es la no identificabilidad de los componentes, es decir, si los *priors* intercambiables se colocan sobre los parámetros del modelo, la posterior distribución resultante será invariante a cambios en el etiquetado de los parámetros. Como resultado, las distribuciones marginales posteriores para los parámetros serán idénticos para cada componente de la mezcla.

2.2 Filtro Hodrick-Prescott

El filtro propuesto por Hodrick y Prescott (1992) (HP) plantea que el componente de crecimiento de series de tiempo económicas agregadas varia suavemente a través del tiempo. Por lo que, el filtro HP ha sido extensamente utilizado en la literatura para separar el componente cíclico de una serie de tiempo, el cual estima un componente tendencial no lineal continuo. Este filtro consiste en extraer una tendencia suavizada⁸ de la serie observada, la cual representa el *producto potencial* (Y_t^p), y las desviaciones entre la serie original y su tendencia suavizada ($C_t = Y_t - Y_t^p$) definen al *ciclo*⁹ (que se asimila a la brecha de producto).

Hodrick y Prescott plantean la extracción de la serie producto potencial al minimizar los valores generados de la siguiente expresión:

$$(8) \quad \min_{Y^*} \left\{ \sum_{t=1}^T (Y_t - Y_t^p)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(Y_t^p - Y_{t-1}^p) - (Y_{t-1}^p - Y_{t-2}^p)]^2 \right\}$$

El método consiste en minimizar las variaciones del ciclo $(Y_t - Y_t^p)^2$, sujeto a que la segunda diferencia del componente permanente no supere cierto porcentaje. El valor de lambda (λ) es el parámetro positivo que define el grado en que es suavizada la serie; por ejemplo, un valores altos λ , genera una tendencia suavizada de la serie original, pero entre los valores tiendan a $\lambda \rightarrow \infty$, implica penalizar fuertemente las variaciones de segundo orden y el componente permanente converge a una tendencia lineal; es decir, la tasa de crecimiento potencial de la economía se vuelve constante en el tiempo. Para el caso contrario cuando $\lambda \rightarrow 0$, la tasa de crecimiento potencial resulta una replica exacta del comportamiento del PIB observado, puesto que bajo esta especificación se suprime el ciclo.

Hodrick y Prescott (1992) asume que el componente de ciclo y la segunda diferencia del componente permanente tienen media igual a cero, y ambas series

⁸ La serie suavizada del crecimiento potencial se aproxima como la suma al cuadrado de se segunda diferencia:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}, \quad \Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}, \quad \Delta \Delta Y_{t-1} = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}. \quad \Delta \Delta Y_{t-1} = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})$$

$$\sum_{t=1}^T (\Delta \Delta Y_{t-1})^2 = \sum_{t=1}^T [(Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2})]^2$$

⁹ También se puede considerar como el error $\sum_{t=1}^T C_t^2 = \sum_{t=1}^T (Y_t - Y_t^*)^2$ es decir, la suma de errores al cuadrado es igual a la serie del ciclo al cuadrado.

se distribuyen como una normal con varianza σ_c^2 y $\sigma_{Y^*}^2$, así la media condicional del componente permanente (Y_t^p) está dada por la solución del problema de optimización de la ecuación (2), bajo la restricción :

$$(9) \quad \lambda = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_{Y^*}^2} \quad \text{ó} \quad \sqrt{\lambda} = \frac{\sigma_c}{\sigma_{Y^*}}$$

La técnica del filtro HP ha sido objeto de diversas críticas, debido a su simplicidad y la frecuencia de su uso. Por lo que el punto central de debate reside en que el componente de tendencia se obtiene a partir de la imposición (selección *a priori*) del parámetro de suavizamiento λ (Guerrero, 2011) es básicamente arbitraria. Hodrick y Prescott (1997) decidieron elegirla de manera que el filtro fuera tal que produjera un componente de tendencia libre de fluctuaciones cíclicas, ya que cancela todas las frecuencias menores a ocho años. Por lo que a partir de determinar previamente las varianzas de los componentes de ciclo y tendencia, como resultado obtuvieron como valor estándar de λ , 1,600 para series trimestrales, que se ha ajustado para diferentes tipos de frecuencia de los datos, a partir del mismo procedimiento. Sin embargo, Sarabia (2010), propone un valor de 1096, que captura con mayor precisión la volatilidad propia de la serie del PIB de México con un suavizamiento de 92.69 por ciento. Loría y Salas (2014) realizan el calculo de 31 filtros asociados al mismo número de λ 's, a partir de la metodología de Guerrero (2011) para la correcta determinación del componente secular y del ciclo, con niveles de suavizamiento de 92.55 a 94.43 por ciento asociando valores de 1,000 a 3,700; los puntos de inflexión y la recurrencia de los ciclos no varían, y la mayoría de las diferencias se aprecian en periodos de recuperación, al contrario de los periodos de recesión en los cuales hay mayor similitud. De manera que los resultados sugieren que el valor de λ es relativamente intrascendente para el periodo de 1980:1 a 2013:4 del PIB de México.

Por otra parte, se asume que el ciclo se distribuye como una normal con medida cero, lo cual resulta difícil de sostener en la gran mayoría de las variables macroeconómicas. La estimación del componente cíclico a través de este filtro HP está dado simplemente por el componente irregular suavizado. Esto es, no distingue entre el componente cíclico y componente irregular, los cuales presentan

distintas frecuencias. El modelo cíclico obtenido mediante la imposición de una tendencia suave establecida $\sigma_n^2 = 0$ tiene un mejor ajuste que el modelo de tendencia lineal local. La explicación reside en el hecho de que el modelo de tendencia lineal local surge como un caso extremo del modelo de tendencia y ciclo suavizada cuando ρ tiende a "0" y λ_c tiende a "0". Así, cuando σ_x^2 es muy pequeño, como es aquí, es difícil elegir el ciclo en un modelo sin restricciones ya que la función de verosimilitud es muy plana (Catalán y Aquino, 2013).

En efecto, este supuesto sobre el componente cíclico¹⁰ implica que las series deberían mostrar una trayectoria bastante estable, disminuyendo la influencia de posibles quiebres estructurales. Finalmente el filtro es bastante sensible a los valores iniciales y final de la muestra, en consecuencia se argumenta que el filtro HP tiende a calcular ciclos espurios o bien distorsiona el componente cíclico de la serie (Catalán y Aquino, 2013). En estos valores iniciales y finales de la muestra no es capaz de distinguir con claridad la persistencia que tendrán las perturbaciones que afectan el PIB, y esto provoca que la precisión del filtro disminuya en el periodo más reciente, el cual suele ser el más relevante para el diseño de política económica (Harvey y Jaeger, 1993; King y Rebelo, 1993; Cogley y Nason, 1995; Guay y St-Amante, 1996). Para subsanar este problema en los extremos de la muestra, Baxter y King (1995) recomiendan eliminar tres años de información al principio y al final de las series (en datos anuales o trimestrales). Sin embargo, se perdería evidencia empírica en la investigación, para tener una medida contemporánea de la capacidad de crecimiento potencial y brecha del producto de la económica. En este sentido, Kaiser y Maravall (1999) proponen resolver este problema mediante un pronóstico resultante de un modelo ARIMA hacia delante y hacia atrás (*ARIMA forecast and backcast*). Por otro lado, St. Amant y van Norden (1997) proponen un método de corrección, que consiste en ajustar la estimación del final de la muestra introduciendo la tasa de crecimiento de largo plazo en la especificación original.

¹⁰ Hodrick y Prescott (1992) observan que en el caso de la economía de los Estados Unidos para el periodo de 1950:1 a 1979:2, el 5% del componente cíclico cambia o está relacionado con $\frac{1}{8}$ % del cambio en cada trimestre del componente permanente. Calculando el valor de lambda $\sqrt{\lambda} = \frac{5}{\frac{1}{8}} = 40 \rightarrow \lambda = 1600$, que es el factor de ajuste para el caso de observaciones trimestrales.

2.3 Filtro Baxter-King

Por su parte, Baxter y King (1999) (filtro BK) se concentran en la medición o extracción del ciclo de una serie y no propiamente en su tendencia. No obstante, la aplicación de la técnica genera ambos componentes. Este enfoque aísla los componentes del ciclo económico de una manera directa; la transformación de los datos macroeconómicos mediante la aplicación de determinadas medias o promedios móviles que están implícitos en estas características definitorias. Por lo que el problema principal recae en la construcción del filtro óptimo, es decir, el filtro que lleva a cabo la descomposición del ciclo económico. El filtro debe extraer un determinado rango específico de periodicidades, de lo contrario puede afectar las propiedades de este componente extraído. Para la medición de los ciclos económicos, se estructura desde la definición del ciclo a través de sus componentes no observables y en el dominio de su frecuencia, en la cual la medición de dichos componentes se realiza en base a la determinación de las bandas de frecuencia que serán utilizadas de acuerdo con las características y periodicidad de cada serie económica. Asimismo, es necesario que el filtro ideal cuide de no alterar las relaciones temporales entre la serie en cualquier frecuencia.

En este enfoque, la serie de tiempo observada se integra por tres componentes: el primero que describe un movimiento lento o de baja frecuencia¹¹ (low-pass) que es identificado como la tendencia. Existe también un componente de alta frecuencia (high-pass) que identifica componentes de los datos cuya periodicidad es muy alta o se mueve rápidamente denominado “irregular” y un tercero que es intermedio, en términos de la frecuencia, que representa al ciclo de la serie. Una forma simple de eliminar la tendencia de la serie es utilizando un promedio móvil centrado¹²:

¹¹ La frecuencia se refiere a la periodicidad o la amplitud del periodo, en la que cambia el componente de la serie, por lo cual se distingue estos tres componentes: tendencia, ciclo e irregular.

¹² El uso tradicional de los promedios móviles ha sido aislar o eliminar la tendencia en series de tiempo económicas. Si un movimiento promedio simétrico tiene pesos que suman cero, es decir, $\sum_{k=-k}^k a_k = 0$, entonces, tiene propiedades de eliminación de tendencia. Es decir, si la suma de los pesos es cero, podemos describir al factor $a(L)$ como: $a(L) = (1 - L)(1 - L^{-1})\psi(L)$. Donde $\psi(L)$ es un promedio móvil simétrico con $K - 1$ adelantos y rezagos. Por lo tanto, los promedios móviles simétricos con pesos que suman cero, darán series estacionarias que contengan tendencias determinista cuadráticas (es decir, los componentes de la forma $\tau_t = \gamma_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 t^2$). Además, estos promedios móviles también pueden hacer estacionarias las

$$(10) \quad Y_t^* = \sum_{k=-K}^K a_k y_{t-k} \text{ o bien } Y_t^p = a(L)y_t$$

Donde $a(L) = \sum_{h=-K}^K a_h L^h$, representan las ponderaciones del promedio móvil, con L definido $L^k x_t = x_{t-k}$ para valores positivos y negativos de k . La representación de Cramer sobre el efecto que tiene el uso del filtrado, bajo una perspectiva de dominio de la frecuencia de la serie de tiempo estacionaria y_t es representada como: $y_t = \int_{-\pi}^{\pi} \xi(\omega) d\omega$. La serie es expresada como la integral de los componentes periódicos al azar, $\xi(\omega)$ que son mutuamente ortogonales ($E\xi(\omega_1)\xi(\omega_2)' = 0$ para $\omega_1 \neq \omega_2$). A su vez, la serie de tiempo filtrada puede ser expresada como $y_t^p = \int_{-\pi}^{\pi} \alpha(\omega)\xi(\omega) d\omega$, donde $\alpha(\omega) = \sum_{h=-K}^K a_h e^{-i\omega h}$ es la función de frecuencia-respuesta¹³ del filtro lineal (la respuesta de frecuencia $\alpha(\omega)$ indica la medida en que y_t^p responde a y_t en frecuencia ω en el sentido de que $\alpha(\omega)$, es el peso añadido al componente periódico $\xi(\omega)$). Ya que los componentes periódicos $\xi(\omega)$ son ortogonales, resulta que podemos escribir la varianza de la serie filtrada como $var(y_t^*) = \int_{-\pi}^{\pi} |\alpha(\omega)|^2 f_y(\omega) d\omega$; donde $|\alpha(\omega)|^2$ es el aumento al cuadrado de la función de transferencia de el filtro lineal en frecuencia ω , y $f_y(\omega) = var(\xi(\omega))$ es la densidad espectral de las series en la frecuencia ω . Por lo que, en una frecuencia dada, el aumento al cuadrado indica la medida en que aumenta o disminuye la varianza de la serie filtrada en relación a la de la serie original. El aumento de $|\alpha(\omega)|$ es semejante al efecto sobre la desviación estándar en una frecuencia en particular.

El problema fundamental es aislar la frecuencia específica en los datos para extraer cada uno de los componentes. Baxter y King (1999) asumen que el componente de tendencias se puede identificar por medio de un filtro de baja frecuencia (low-pass) ideal o teórico, donde el promedio móvil es de orden infinito $b(L) = \sum_{h=-\infty}^{\infty} b_h L^h$. Estas ponderaciones, en el contexto del análisis de dominio de

tendencias estocásticas que surgen cuando una serie de tiempo presente un proceso estocástico integrado de orden I(1) o I(2).

¹³ Es importante tener en cuenta que la función de frecuencia-respuesta $\alpha(\omega)$ tome un valor de cero en frecuencia cero, si se requiere que la suma de los pesos de los filtros sea cero ($\alpha(0) = \sum_{h=-K}^K a_h e^{-i0h} = 0$ si y solo si $\sum_{h=-K}^K a_h = 0$).

frecuencia (Frequency Domain Analysis), se pueden obtener mediante la transformación inversa de Fourier, definida como:

$$(11) \quad b_h = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \beta(\omega) \exp(i\omega h) d\omega$$

Donde $\beta(\omega)$ es una función de frecuencia-respuesta, es decir, indica la extensión a la cual Y_t^p responde a la serie original en una frecuencia ω . Evaluando la integral de la expresión (11), las ponderaciones para el filtro ideal son: $b_0 = \omega/\pi$ y $b_h = \frac{\text{sen}(h\omega)}{h\pi}$, para $h = 1, 2, \dots$, se observa que la ponderación tiende a cero cuando h crece a infinito. Por su parte, el promedio móvil finito aplicado a la serie, también se puede representar mediante la inversa de Fourier y calcular su función de frecuencia-respuesta mediante la siguiente expresión:

$$\alpha_K(\omega) = \sum_{h=-K}^K a_h e^{-i\omega h}.$$

La propuesta de Baxter y King (1999) es seleccionar el filtro que minimice la distancia entre los ponderadores del filtro ideal $\beta(\omega)$ y el filtro estimado $\alpha_K(\omega)$:

$$(12) \quad \min Q = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |\beta(\omega) - \alpha_K(\omega)|^2 d\omega \quad \text{ó} \quad Q = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |\delta(\omega)|^2 d\omega$$

donde $\delta(\omega) = \beta(\omega) - \alpha_K(\omega)$ es la discrepancia que proviene de la aproximación de la frecuencia ω . Esta función ata el peso aproximado a los errores al cuadrado dados a diferentes frecuencias.

La aproximación óptima del filtro, dado un máximo de rezagos K , es truncar las ponderaciones infinitas del filtro ideal en número igual a K rezagos. El filtro estimará ponderaciones finitas iguales a las infinitas hasta el rezago k , e igualará a cero todas las ponderaciones mayores a $K+1$. De tal manera, que el número de rezagos adquiere una gran relevancia toda vez que define la precisión de los ponderadores. No existe un número ideal de rezagos, pero cuando se incrementan los rezagos se mejora la aproximación con el filtro ideal, a costa de perder información al principio y al final de la muestra (Flores, 2000).

Baxter y King (1999) señalan que es necesario definir las características del componente cíclico. El procedimiento general se puede definir en dos pasos: medir la amplitud del ciclo, y posteriormente se realiza el proceso de

suavizamiento aplicando promedio móvil centrado, cuyas ponderaciones de cada observación dependen de las frecuencias que se buscan extraer. Los autores utilizan la información de Burns y Michael, donde los ciclos económicos son fluctuaciones recurrentes pero no periódicas, con duración no menor a 6 trimestres (año y medio) y no superior a treinta trimestres (8 años).

2.4 Filtro Christiano-Fitzgerald

Un procedimiento alternativo al filtro BK, es la propuesta de Christiano y Fitzgerald, (2003) (filtro CF), el cual utiliza una media móvil con ponderaciones cambiantes no simétricas, además de considerar que la serie describe un camino aleatorio. Basado en la teoría del análisis espectral de series de tiempo, proporciona una base rigurosa para aislar los componentes de diferentes frecuencias de datos. En primera instancia el filtro (CF) asume un problema de optimización entre el filtro ideal y el filtro estimado, y va a depender de las propiedades de las series de tiempo. Además considera el filtro ideal requiere una muestra infinita de datos.

La aproximación de el filtro óptimo supone que los datos son generado por un camino aleatorio:

$$(13) \quad E[(y_t - \hat{y}_t)^2 | x], x_t = [x_1, \dots, x_T]$$

donde y_t denotan los datos generados por una aplicación lineal (aunque poco factible) de los datos ideales, el filtro band-pass para los datos originales, x_t ; con los cuales nos vamos a aproximar a y_t por \hat{y}_t mediante una función lineal o filtro de la muestra observada, x_t . El cuál consiste en seleccionar las ponderaciones del filtro para hacer \hat{y}_t lo mas cercano a y_t , reduciendo al mínimo las variaciones entre las dos. Así, \hat{y}_t es la proyección lineal de y_t en cada elemento del conjunto de datos x (donde recae el problema de proyección para cada fecha t).

La aproximación del filtro de camino aleatorio (*Random Walk filter*) del componente \hat{y}_t , se puede obtener de la siguiente manera. Suponga que se desea aislar el componente x_t de los datos originales con un período de oscilación entre

p_l y p_u , donde $2 \leq p_l < p_u < \infty^{14}$; entonces la aproximación del filtro de camino aleatorio se estima como:

$$(14) \quad \hat{y}_t = B_0 x_t + B_1 x_{t+1} + \dots + B_{T-1-t} x_{T-1} + \tilde{B}_{T-t} x_T + B_1 x_{t-1} + \dots + B_{t-2} x_2 + \tilde{B}_{t-1} x_1 \quad \text{para } \forall t = 3, 4, \dots, T-2,$$

$$(15) \quad B_j = \frac{\sin(jb) - \sin(ja)}{\pi j}, \quad \forall j \geq 1$$

$$B_0 = \frac{b-a}{\pi}, \quad a = \frac{2\pi}{p_u}, \quad b = \frac{2\pi}{p_l}$$

y \tilde{B}_{T-t} , \tilde{B}_{t-1} son simples funciones lineales de los ponderadores B_j , los cuales varían con el tiempo, por no ser simétricos en términos de los valores pasados y futuros. Sin embargo, este filtro (14)-(15) está lejos de ser el *filtro óptimo*. El componente x_t que se encuentra en un rango de frecuencia particular, el cual se puede aproximar mediante dos tipos de procesos.

En el primer proceso, x_t tiene media cero y covarianza estacionaria¹⁵; si la serie de los datos originales presenta una media distinta de cero, asume que se han eliminado antes del análisis por el proceso de ajuste de x_t . Si los datos iniciales presentan covarianza estacionaria sobre una tendencia, del mismo modo asume que la tendencia ha sido removida. También se considera el caso de raíz unitaria, en la que $x_t - x_{t-1}$ es un proceso con media cero y covarianza estacionaria; si en los datos originales tienen media distinta de cero, suponen que estos se han sido removidos antes del análisis¹⁶.

El filtro *ideal band-pass*, aparte de la siguiente descomposición ortogonal del proceso estocástico, x_t :

$$(16) \quad x_t = y_t + \tilde{x}_t$$

14 Christiano-Fitzgerald señalan que si los son datos trimestrales y $p_l = 6$ y $p_u = 32$, entonces y_t es el componente de x_t con periodicidades entre 1.5 y 8 años.

¹⁵ Una serie de tiempo es estacionaria, si su media, su varianza y su covarianza (en diferentes rezagos) permanecen iguales sin importar el momento en el cual se midan; es decir, son invariantes respecto al tiempo.

¹⁶ La eliminación de los datos es derivado del proceso de ajuste de x_t . Si denotamos los datos originales como $w_t = \mu + w_{t-1} + u_t$ donde u_t es un proceso de media cero, covarianza estacionaria; entonces w_t puede ser expresado como $w_t = (t-j)\mu + x_t$, donde $x_t = x_{t-1} + u_t$, para todo t y j un número fijo. La variable x_t , es la derivada del proceso de ajuste de w_t y puede ser recuperada a partir de las observaciones sobre w_t como: $x_1 = w_1$, $x_2 = w_2 - \mu$, $x_3 = w_3 - 2\mu$, ... En la práctica, μ puede ser estimada, con $\hat{\mu} = (w_T - w_1)/(T-1)$. Aunque propusieron un valor del conjunto $j = 1$, la salida del filtro es invariante a los valores elegidos para j . Para el caso de la raíz unitaria, suponen x_t es el resultado de eliminar la tendencia lineal de los datos originales, donde pendiente de la línea es la desviación de estos datos y el nivel es arbitrario.

el proceso y_t sólo tiene capacidad en las frecuencias que pertenecen al intervalo $\{(a, b) \cup (-b, -a)\} \in (-\pi, \pi)$. El proceso, \tilde{x}_t solo tiene capacidad en el complemento de este intervalo $(-\pi, \pi)$, es decir, en el intervalo $0 < a \leq b \leq \pi$ y por Sargent (1987), tenemos que:

$$(17) \quad y_t = B(L)x_t$$

donde $B(L)$ el filtro *ideal band-pass*, tiene la siguiente estructura:

$$(18) \quad B(L) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} B_j L^j, L^l x_t \equiv x_{t-l}$$

donde B_j está dado en la ecuación (15), con esta especificación de B_j tenemos que:

$$(19) \quad B(e^{-i\omega}) = 1, \text{ por } \omega \in (a, b) \cup (-b, -a) \\ = 0 \text{ e.o.c.}$$

bajo el supuesto, $a > 0$, junto con la ecuación (19), implica que $B(1) = 0$. Obsérvese que para el calculo de y_t (17) usando $B(L)$ requiere un infinito número de observaciones en x_t , por lo que no esta claro si el truncamiento de B_j producirá buenos resultados.

De esta manera el problema de la proyección, se desarrolla bajo el supuesto de un conjunto finito de datos, $x = [x_1, \dots, x_T]$ y se conocen las propiedades de la muestra $\{x_t\}$. La estimación de $y = [y_1, \dots, y_T]$ es \hat{y} , la proyección de y de los datos disponibles: $\hat{y} = P[y|x]$. Esto corresponde a los siguientes conjuntos de problemas de proyección:

$$(20) \quad \hat{y}_t = P[y_t|x], \quad t = 1, \dots, T$$

para cada t , la solución al problema de proyección es una función lineal de los datos disponibles.

$$(21) \quad \hat{y}_t = \sum_{j=-f}^p \hat{B}_j^{p,f} x_{t-j}$$

donde $f = T - t$ y $p = t - 1$ y $\hat{B}_j^{p,f}$ se resuelve

$$(22) \quad \min E[(y_t - \hat{y}_t)^2|x]$$

$$\hat{B}_j^{p,f}, j = -f, \dots, p$$

podemos expresar este problema en el dominio de frecuencia mediante la explotación de la representación del dominio de frecuencia estándar para una variación.

$$(23) \quad \min_{\hat{B}_j^{p,f}, j = -f, \dots, p} \int_{-\pi}^{\pi} |B(e^{-i\omega}) - \hat{B}^{p,f}(e^{-i\omega})|^2 f_x(\omega) d\omega$$

aquí, $f_x(\omega)$ es la densidad espectral de x_t , y

$$\hat{B}^{p,f}(L) = \sum_{j=-f}^p \hat{B}_j^{p,f} L^j, L^h x_t \equiv x_{t-h}$$

así la función a minimizar se modifica influyendo una función de densidad espectral $f_x(\omega)$ de la serie observada (y_t):

$$f_x(\omega) = \frac{g(\omega)}{(1 - e^{-i\omega})(1 - e^{i\omega})}$$

$$g(\omega) = \theta(e^{-i\omega})\theta(e^{i\omega}) = C_0 + C_1(e^{-i\omega} + e^{i\omega}) + \dots + C_q(e^{-i\omega q} + e^{i\omega q})$$

donde en la ecuación (23), $B(e^{-i\omega})$ es el filtro ideal¹⁷ y $\hat{B}^{p,f}(e^{-i\omega})$ el filtro estimado el promedio móvil está acotado por los valores¹⁸ de $-f$ a p y por último $f_x(\omega)$ es la función de densidad espectral, definida como:

$$f(\lambda) = \frac{1}{\pi} \sum_{|h| < \infty} \gamma h e^{-i\lambda h}, -\infty < \lambda < \infty$$

donde $e^{-i\lambda h} = \cos(\lambda) + i \text{sen}(\lambda)$ por lo que la densidad espectral es una función real con periodo 2π ; $f(\lambda) \geq 0$ para todo $\lambda \in [0, \pi]$, asimismo la densidad espectral está íntimamente relacionada con la función de autocorrelación. Christiano y Fitzgerald (2003), sugieren utilizar la función espectral de un proceso estocástico de camino aleatorio¹⁹ sin constante, como una aproximación del espectro de la

¹⁷ El filtro ideal teórico se concibe como una transformación lineal que deja intactos los componentes que se encuentran dentro de una banda de frecuencias específica y elimina cualquier otro componente de los datos de la serie; sin embargo, como las series de tiempo económicas reales no son infinitas, por lo cual usan los componentes de estacionariedad para ponderar a los datos de la serie completa.

¹⁸ Estos valores se refieren al número mínimo y máximo de periodos por ciclos.

¹⁹ El proceso de la serie se define como: $y_t = y_{t-1} + \theta(L)\varepsilon_t$ $E\varepsilon_t^2 = 1$, $\theta(L)$ es un polinomio de rezagos de orden q , L es el operador rezago.

serie observada. Además, el filtro CF utiliza todas las observaciones disponibles en la muestra, y por lo tanto no es simétrica.

Así, entre los principales aspectos de $\hat{B}_j^{p,f}$ que resuelven la ecuación (23), se encuentran la presencia de f_x , indica que la solución del problema de minimización depende de las propiedades de la representación de la serie de tiempo de x_t . Sin embargo, esto contrasta con las ponderaciones en el filtro ideal band-pass, que no dependen de las propiedades de la serie de tiempo. En segundo lugar, ya que el problema de minimización depende de t , esta estrategia para calcular $y = [y_1, y_2, \dots, y_T]$ utiliza T filtros diferentes, uno para cada fecha, y como los filtros son móviles respecto a t , y para cada valor pasado y futuro las observaciones x_t es asimétrico. En la práctica, se puede imponer estacionariedad y simetría en (23), lo cual tienen ventajas y desventajas, por ejemplo, la estacionariedad puede tener ventajas econométricas y la simetría garantiza que no haya desfase entre \hat{y}_t y y_t . Por el lado de las desventajas imponer estas restricciones en (23), provocará una estimación menos precisa de y_t . Y por último, en la práctica no se conoce la verdadera especificación de la densidad espectral para x_t .

2.5 Filtro Corbae-Ouliaris

Finalmente, el filtro Corbae-Ouliaris (2006) se centra en algunas propiedades del método de regresión de banda de frecuencia caracterizada por la presencia de tendencia determinística y estocástica como es el caso de la variable de estudio (PIB). Debido a la metodología de regresión espectral, ésta se estima bajo los supuestos de que la serie de tiempo es estacionaria y la eliminación de la tendencia determinística por regresión de mínimos cuadrados es asintóticamente eficiente²⁰ bajo condiciones débiles (Grenander y Rosenblatt, 1957), puede parecer normal realizar el retiro de tendencia en el dominio temporal antes del uso de métodos espectrales. El teorema 11 de Hannan (1970) confirma que tal dominio temporal *detrending*²¹ seguido por regresión espectral es asintóticamente

²⁰ Hace referencia al rango de valores de θ para el cual un estimador es más eficiente que otro a medida que n crece. En el $\lim_{n \rightarrow \infty}$ la distribución de todos los estimadores consistentes colapsa en el verdadero parámetro θ . Entonces se prefiere aquel estimador que se aproxime más rápidamente (es decir, aquel cuya varianza converge más rápido a cero).

²¹ Manipulación de datos para eliminar las tendencias de largo plazo, con el fin de enfatizar en los cambios a corto plazo.

eficiente en modelos donde las variables son estacionarias y donde los coeficientes de las frecuencias del modelo no varían. En particular *detrending* en el dominio de tiempo de la serie, permite estimar parcialmente muestras finitas y series no estacionarias.

De manera que Corbae, Ouliaris y Phillips (2002) y Corbae y Ouliaris (2006) demuestran que en el contexto de series no estacionarias (como es el caso del PIB), cualquier estimador espectral de la frecuencia del “ciclo” estará sesgado a menos que se haga un ajuste en el dominio de frecuencia mediante un estimador.

En principio se asume que la serie de tiempo se define como:

$$(24) \quad x_t = \Pi_2' z_t + \tilde{x}_t, \text{ para } t = 1, 2, \dots, n.$$

Donde z_t representan los componentes determinísticos de la serie y \tilde{x}_t es el componente “ciclo”. La serie x_t por consiguiente tiene ambos componentes determinísticos involucran la secuencia z_t y un componente estocástico \tilde{x}_t (latente). En el desarrollo de la teoría Corbae-Ouliaris (2006), estiman dos alternativas de estimación el modelo, para el caso estacionario y para el no-estacionario; debido a que el PIB es de orden de integración (1) con tendencia determinística (Campell y Mankiw, 1987, Stock y Watson, 1988), nos centraremos en el caso de variables no-estacionarias; el cual plantean la siguiente hipótesis: \tilde{x}_t es un $I(1)$ proceso que satisface $\Delta \tilde{x}_t = v_t, \forall t = 0, \dots, n$, para cualquier variable aleatoria $O_p(1)$. Los choques o perturbaciones $\zeta_t = (\varepsilon_t, v_t)'$ con densidad espectral $f_{\zeta\zeta}(\lambda)$ definida como:

$$f_{\zeta\zeta}(\lambda) = \begin{bmatrix} f_{\varepsilon\varepsilon}(\lambda) & 0 \\ 0 & f_{vv}(\lambda) \end{bmatrix}, \text{ con } f_{\varepsilon\varepsilon}(\lambda), f_{vv}(\lambda) > 0, \forall \lambda.$$

El modelo del componente estocástico de los datos que permite al coeficiente variar a través de las bandas de frecuencia en el dominio de tiempo, supone la variable dependiente \tilde{y}_t relacionada con \tilde{x}_t y ε_t .

$$(25) \quad \tilde{y}_t = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \beta_j' \tilde{x}_{t-j} + \varepsilon_t = \beta(L)' \tilde{x}_t + \varepsilon_t,$$

donde la función de transferencia del filtro, $b(\omega) = \beta(e^{i\omega}) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \beta_j e^{ij\omega}$ asume que para todo $\omega \in [-\pi, \pi]$. Aplicando a (25) la descomposición BN (ver lema D, Corbae, Ouliaris y Phillips (2002):

$$(26) \quad \beta(L) = \beta(1) + \tilde{\beta}(L)(L - 1), \text{ donde}$$

$$\tilde{\beta}(L) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \tilde{\beta}_j L^j, \quad \tilde{\beta}_j = \begin{cases} \sum_{k=j+1}^{\infty} \beta_k, & j \geq 0, \\ j \\ - \sum_{k=-\infty}^j \beta_k, & j < 0, \end{cases}$$

por lo tanto (25) puede ser interpretada como;

$$(27) \quad \tilde{y}_t = \beta(1)' \tilde{x}_t + \varepsilon_t - \tilde{\beta}(L)' v_t = \beta(1)' \tilde{x}_t + \tilde{\varepsilon}_t,$$

la cual representa, una ecuación de cointegración entre \tilde{y}_t y \tilde{x}_t con un vector de cointegración $(1, -\beta(1)')$ y el error compuesto $\tilde{\varepsilon}_t = \varepsilon_t - \tilde{\beta}(L)' v_t$. Colocando $\eta_t = \tilde{\beta}(L)' v_t$ y tomando la transformada de Fourier discreta (dff)²² (por sus siglas en ingles) de (27), obtenemos

$$(28) \quad w_{\tilde{y}}(\lambda_s) = \beta(1)' w_{\tilde{x}}(\lambda_s) + w_{\varepsilon}(\lambda_s) - w_{\eta}(\lambda_s)$$

$$(29) \quad = b(\lambda_s)' w_{\tilde{x}}(\lambda_s) + w_{\varepsilon}(\lambda_s) - w_{\eta}(\lambda_s) + [\beta(1) - b(\lambda_s)]' w_{\tilde{x}}(\lambda_s).$$

Los últimos dos términos (29), revelan que la aproximación al modelo estacionario o óptimo, el cual es ineficiente para el caso no-estacionario, derivado de la omisión de variables relevantes. Sin embargo, suponiendo que la descomposición espectral BN es valida para $\tilde{\beta}(L)$ en la frecuencia λ_s es:

$$\tilde{\beta}(L) = \tilde{\beta}(e^{i\lambda_s}) + \bar{\bar{\beta}}_{\lambda_s}(e^{-i\lambda_s L})(e^{-i\lambda_s L} - 1)$$

donde $\bar{\bar{\beta}}_{\lambda_s}$ es construido por Lema D(b) (Corbae, Oularis y Phillips, 2002); entonces:

$$(30) \quad w_{\eta}(\lambda_s) = \tilde{\beta}(e^{i\lambda_s})' w_v(\lambda_s) + \frac{1}{\sqrt{n}} [e^{-i\lambda_s} \tilde{v}_{\lambda_s 0} - \tilde{v}_{\lambda_s n}]$$

²² Definida como: $w_a(\lambda) = \left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right) \sum_{t=1}^n a_t e^{i\lambda t}$, $\lambda_s = \left(\frac{2\pi s}{n}\right)$, para $s = 0, 1, \dots, n-1$.

$$= \tilde{\beta}(e^{i\lambda_s})' w_v(\lambda_s) + O_p\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

donde $\tilde{v}_{\lambda_s t} = \bar{\beta}_{\lambda_s}(e^{-i\lambda_s L})v_t$ es estacionaria. De ello se deduce que (28) tiene la forma;

$$(31) \quad w_{\tilde{y}}(\lambda_s) = \beta(1)' w_{\tilde{x}}(\lambda_s) - \tilde{\beta}(e^{i\lambda_s})' w_v(\lambda_s) + w_\varepsilon(\lambda_s) + O_p\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

obteniendo una versión aproximada del dominio de frecuencia, mediante el modelo cointegrado que aplica para todas las frecuencias, desde $v_t = \Delta \tilde{x}_t$, de modo que los datos \tilde{y}_t y \tilde{x}_t son válidos, la ecuación puede ser estimada en el dominio de frecuencia de la banda de regresión espectral de $w_{\tilde{y}}(\lambda_s)$ en $w_{\tilde{x}}(\lambda_s)$ y $w_{\Delta \tilde{x}}(\lambda_s)$ para frecuencias λ_s centradas alrededor de la frecuencia para algunos ω . Para λ_s centradas alrededor $\omega = 0$, sugerido por Phillips y Loretan (1991), donde la llamaron regresión aumentada del dominio de frecuencia (excluye las tendencias deterministas). En el caso donde λ_s se centra en $\omega \neq 0$, se puede recuperar el coeficiente espectral $\beta_\omega = b(-\omega)$ a partir de los coeficientes $\beta(1)$ y $\tilde{\beta}(e^{i\lambda_s})' = \tilde{\beta}(e^{-i\lambda_s})^*$ en (31) utilizando el hecho de que:

$$(32) \quad b(-\omega) = \beta(e^{-i\omega}) = \beta(1) + \tilde{\beta}(e^{-i\omega})(e^{-i\omega} - 1)$$

Las relaciones económicas causales se formulan a menudo como en la ecuación (25), con relaciones unilaterales donde $\beta_j = 0$ para $j < 0$, pero las relaciones bilaterales no son excluidas. Se producen en situaciones donde se evalúan, analizan y consideran el desempeño de ambas direcciones entre las variables \tilde{y} y \tilde{x} . Por ejemplo, en la simplificación de los sistemas de cointegración para formulaciones individuales, donde los dos aspectos de la regresión dinámica como en la ecuación (27) que surgen y son utilizados en el análisis de regresión para obtener estimadores eficientes de el vector de cointegración (Phillips y Loretan, 1991), (Saikkonen, 1991), (Stock y Watson, 1993). El mecanismo que liga la variable dependiente observada y_t con z_t y \tilde{y}_t (y por lo tanto, \tilde{x}_t , y ε_t) es dada por:

$$(33) \quad y_t = z_t' \pi_1 + \tilde{y}_t$$

donde \tilde{y}_t en (27) satisface la hipótesis para los casos de cointegración con $(\tilde{x}_t, \varepsilon_t)$. Las series observadas y_t y x_t , por lo tanto tienen tendencias determinísticas y componentes estocásticos que están vinculados por un sistema de rezagos distribuidos con errores estacionarios. De acuerdo con el enfoque estadístico, parece ser retirada la tendencia determinística por regresión de (y_t, x_t) en z_t , seguido por análisis del sistema de dependencias rezagadas entre los residuos de estas regresiones. Este último puede llevarse a cabo en el dominio de la frecuencia donde el coeficiente de interés es la función de transferencia del filtro $b(\omega)$. Este coeficiente puede variar de acuerdo a la frecuencia (a menos que $\beta_j = 0$ para $j \neq 0$) y puede ser estimada por técnicas de regresión no-paramétricas.

Cuando la función $b(\omega)$ es constante, es decir, se encuentra entre dos bandas de frecuencia fijas. El cuál tiene la característica que $b(\omega) \in \mathbb{R}$ y paramétrico; puede ser estimado a tasas paramétricas cuando las bandas son de longitud positiva fija (análogo a un modelo de regresión con cambio estructural). El modelo no-paramétrico, puede ser interpretado como un caso limite, en el que una de las bandas se reduce a una frecuencia particular en lo que aumenta el tamaño muestral.

De modo que para un modelo con cambio estructural, las bandas, se definen como: $\mathfrak{B}_A = [-\omega_0, \omega_0]$ y $\mathfrak{B}_A^c = [-\pi, -\omega_0) \cup (\omega_0, \pi]$ para alguna frecuencia dada $\omega_0 > 0$ donde el coeficiente de frecuencia depende del vector de parámetros .

$$(34) \quad b(\omega) = \beta_A 1[\omega \in \mathfrak{B}_A] + \beta_{A^c} 1[\omega \in \mathfrak{B}_A^c]$$

donde β_A es un k - vector de parámetros en \mathfrak{B}_A , y β_{A^c} es los correspondientes k - vector de parámetros en \mathfrak{B}_A^c . Está formulación de $b(\omega)$ permite separar los componentes de baja frecuencia ($|\omega| \leq \omega_0$) de los de alta frecuencia ($|\omega| > \omega_0$) responde en un contexto de regresión. Los coeficientes β_j en la representación de Fourier, $b(\omega) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \beta_j e^{ij\omega}$, de (34) son:

$$(35) \quad \beta_j = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} b(\omega) e^{-ij\omega} d\omega = \begin{cases} \frac{\beta_A \omega_0}{\pi} + \frac{\beta_{A^c}}{\pi} (\pi - \omega_0), & j = 0, \\ \frac{\sin j \omega_0}{\pi j} (\beta_A - \beta_{A^c}), & j \neq 0, \end{cases}$$

de modo que el filtro en (25) es simétrico y bilateral. Este caso, los coeficientes β_j decaen lentamente y no satisfacen la condición $\sum_{-\infty}^{\infty} |j|^{\frac{1}{2}} |\beta_j| < \infty$ dado en el Lema D para la validez de la descomposición BN de $\beta(L) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \beta L^j$. A pesar de ello, la descomposición BN de $\beta(L)$ sigue siendo válida en este caso, por Lema D.

De manera que los datos \tilde{y}_t pueden ser generados por (25) y (35) por un truncamiento del filtro, enfoque alternativo de dominio de frecuencia que utiliza (34) es posible. Este mecanismo tiene la ventaja de revelar los impactos de los cambios en (34), en términos de un modelo de regresión de serie con cambio estructural. Como x_t , la variable dependiente \tilde{y}_t se supone que contiene ambos componentes, determinísticos y estocásticos; su componente estocástico \tilde{y}_t es generado a partir \tilde{x}_t y ε_t por medio de una formulación de matriz triangular. Sin embargo, en el caso no estacionario, la omisión de término como es evidente de (29) y (31). En consecuencia, los dos mecanismos generan diferencias en el caso no estacionario, que conduce a una diferencia en la teoría asintótica entre los modelos.

Derivado de la teoría de la distribución límite para estimaciones de regresión espectral, sin tendencia y considerando el sesgo cuando $n \rightarrow \infty$. En el caso paramétrico donde se encuentran las dos bandas discretas \mathfrak{B}_A y \mathfrak{B}_A^c . Para $n_a = \#\{\lambda_s \in \mathfrak{B}_A\}$ y $n_c = \#\{\lambda_s \in \mathfrak{B}_A^c\}$ ser el número de frecuencias fundamentales en las bandas \mathfrak{B}_A y \mathfrak{B}_A^c . Y subdividen $[-\pi, \pi]$ dentro de las sub-bandas \mathfrak{B}_j de igual tamaño (por ejemplo, π/J) que se centran en las frecuencias $\left\{\omega_j = \frac{\pi j}{J} : j = -J + 1, \dots, J - 1\right\}$. Para $m = \#\{\lambda_s \in \mathfrak{B}_j\}$ y suponiendo que J_a de estas bandas se encuentra en \mathfrak{B}_A . De ello resulta que n y n_a puede aproximado por $n = 2mJ$ y $n_a = 2mJ_a$, respectivamente.

En el caso no-paramétrico, se centran en un sola frecuencia ω y considera una acortamiento de banda \mathfrak{B}_ω de tamaño π/J centrada en ω . Del mismo modo, $m = \#\{\lambda_s \in \mathfrak{B}_\omega\}$.

Para el caso de interés, para el modelo no-estacionario. La distinción entre la regresión de baja frecuencia y la regresión a otras frecuencias adquiere gran

relevancia. Se asume que en las bandas \mathfrak{B}_A y \mathfrak{B}_A^c . Donde \mathfrak{B}_A , incluye la frecuencia cero, el estimador es conocido por ser n -consistente cuando $\beta_A = \beta_{A^c}$ (Phillips, 1991), ya que el caso, la ecuación es una relación de cointegración convencional. Cuando $\beta_A \neq \beta_{A^c}$, el mismo resultado continua llevando a cabo sobre la banda \mathfrak{B}_A . Donde el sesgo desaparece conforme se acerca a cero.

De manera que la demostración del lema B de Corbae, Ouliaris y Phillips (2002), para \tilde{x}_t con orden de integración $I(1)$, bajo la hipótesis definida en un principio, aplicando la transformación Fourier del ciclo de la serie \tilde{x}_t para $\lambda_s \neq 0$, es dada por:

$$(36) \quad w_{\tilde{x}}(\lambda_s) = \frac{1}{1-e^{i\lambda_s}} w_v(\lambda_s) - \frac{e^{i\lambda_s}}{1-e^{i\lambda_s}} \frac{[\tilde{x}_n - \tilde{x}_0]}{\sqrt{n}}$$

Donde $\lambda_s = 2\pi s/n$, para $s = 0, 1, \dots, n-1$. La ecuación (25) de CF definida en el mismo sentido de BK, muestra que la función de respuesta de frecuencia depende de \tilde{x}_n/\sqrt{n} , lo cual genera una estimación sesgada del ciclo cuando el número de datos tiende a infinito ($n \rightarrow \infty$). La solución propuesta por Corbae y Ouliaris (2006), sustituir el término $[\tilde{x}_n - \tilde{x}_0]$, por los residuales de la siguiente regresión entre $w_{\tilde{x}}(\lambda_s) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=1}^n x_t e^{i\lambda_s t}$ y $\frac{1}{\sqrt{n}} \frac{e^{i\lambda_s}}{1-e^{i\lambda_s}}$, para $\lambda_s \in (0, \pi]$. Al multiplicar los residuales de la regresión se multiplican por $1 - e^{i\lambda_s}$ para obtener $\hat{w}_v(\lambda_s)$, así el componente del ciclo se obtiene realizando la siguiente operación:

$$(37) \quad \hat{x}_t = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{s=1}^n \hat{w}_v(\lambda_s) e^{i\lambda_s t}$$

Capítulo 3. Resultados estimados y evidencia empírica

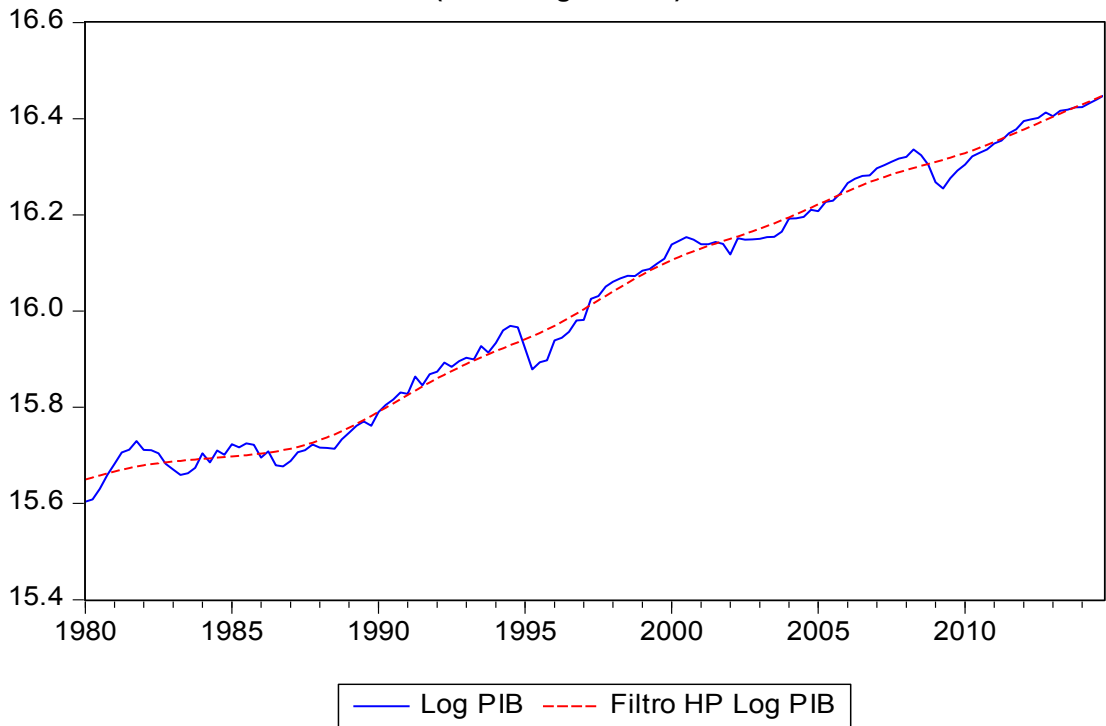
3.1 Filtro Hodrick-Prescott (HP)

Se aplicó el filtro HP con diferentes valores de lambda de acuerdo con lo propuesto por Hodrick y Prescott (1997), donde el valor de $\lambda=1600$, y Sarabia (2010) propone un valor de $\lambda=1096$, que captura con mayor precisión la volatilidad propia de la serie del PIB. Como se mencionó anteriormente, Eduardo Loria y Salas (2014) mencionan que el valor de λ es relativamente intrascendente dentro del rango de λ de 1 000 y 3 700 a partir de la metodología de Guerrero (2011) con

niveles de suavizamiento de 92.55 a 94.43 por ciento. Lo anterior se corrobora en las gráficas 3 y 4, las cuales muestran que para los diferentes valores de λ 's, se estima prácticamente la misma trayectoria del PIB potencial, el cual a la largo del período de análisis alcanzó su máximo crecimiento en 1981Q4 y su punto más bajo en 1995.Q2 (crisis más severa del país).

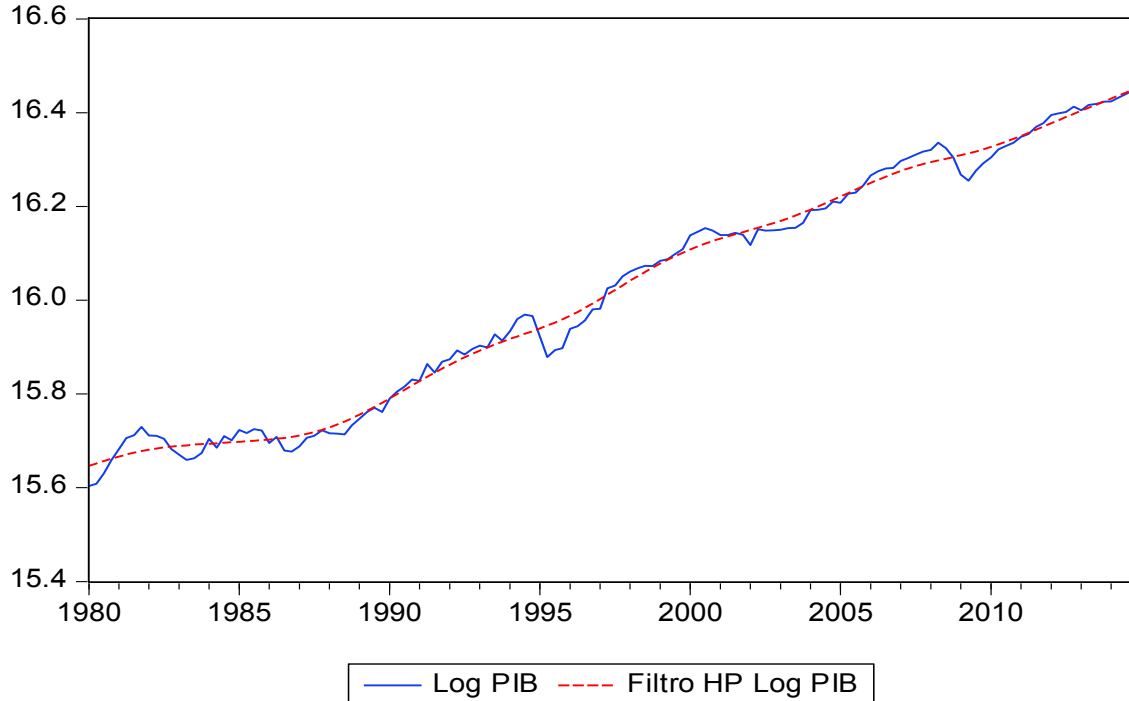
De acuerdo con estas gráficas, a lo largo de su trayectoria, el PIB potencial ha presentado notorias caídas como en 1983Q2, para después tener una ligera recuperación a principios del año 1984 hasta 1986. Después de 1986 se crece a un tasa por debajo de su potencial hasta después del año 1990, en la cual se creció ligeramente por arriba de su tasa potencial hasta la crisis de 1994 principios de 1995, en la cual tiene su punto más bajo en 1995, hasta después de 1997 en la que mantiene un ligero crecimiento por encima de su potencial hasta 2001. De 2001 hasta 2006 se creció por debajo de su tasa potencial, para después del 2006 hasta la crisis del 2008 tener un crecimiento por encima de su potencial. Teniendo su punto mas bajo en el año 2009 y hasta finales del año 2011; en el cual a partir de ahí mantiene un crecimiento más estable.

**Gráfico 3. PIB observado y Filtro HP $\lambda=1600$
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

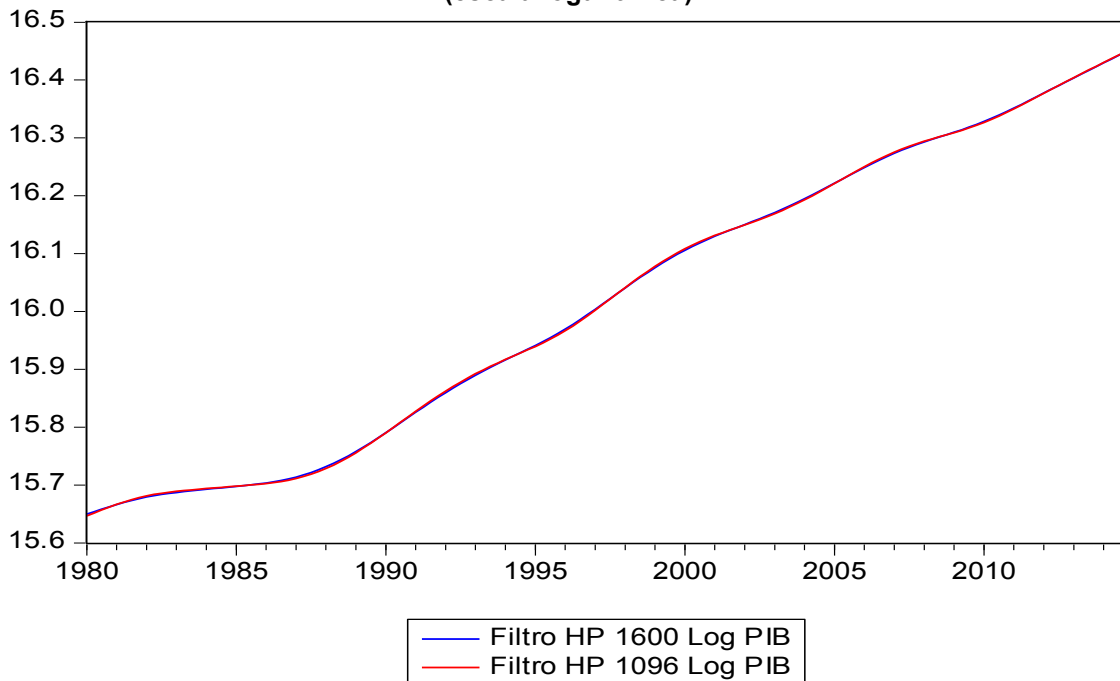
**Gráfico 4. PIB observado y Filtro HP $\lambda=1096$
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

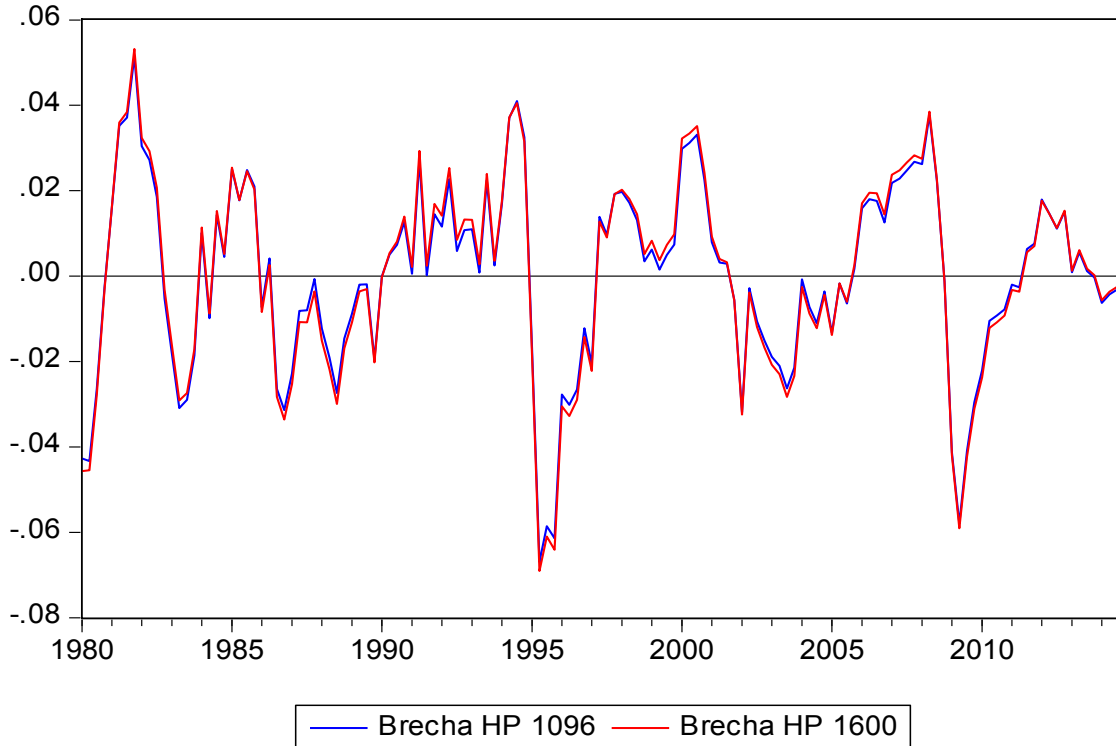
Como mencionamos anteriormente la gráfica 5 compara las tendencias de los valores diferentes de λ 's, en las cuales se puede observar que prácticamente tienen la misma trayectoria.

**Gráfico 5. Filtro HP con $\lambda=1096$ y $\lambda=1600$
(escala logarítmica)**



Fuente: Cálculos propios.

**Gráfico 6. Brecha del Producto con valores de $\lambda=1096$ y $\lambda=1600$ (Filtro HP)
(porcentaje)**



Fuente: Cálculos propios.

En la gráfica 6 se observa a mayor detalle los cambios en las brechas de los diferentes valores de λ 's, por ejemplo en el periodo de 1991-1994 el valor de $\lambda=1096$ está por debajo de $\lambda=1600$, y de 1995-1998 el valor de $\lambda=1096$ está por encima de $\lambda=1600$, en algunas ocasiones siguen la misma trayectoria como en el periodo de 1980-1984. No obstante, prácticamente sus valores son muy parecidos.

3.1.1 Análisis de frecuencia y amplitud

El filtro HP identifica 8 puntos críticos máximos en el periodo de análisis; siendo el año de 1981Q4, donde se obtuvo el mayor valor de crecimiento del PIB, debido al descubrimiento de yacimientos petroleros que permitieron incrementar el gasto del gobierno para poder seguir financiando el crecimiento del PIB (ver cuadro 1). El segundo punto más alto fue en 1994Q3 derivado del impacto del TLCAN, antes de que estallara la crisis de deuda y cambiaria; siendo su punto más bajo en 1995Q2, el cual, de acuerdo con los resultados obtenidos, representa la crisis más severa que enfrentó México, desde el punto de vista de la brecha, seguido de crisis del

2008, teniendo en México su punto más bajo en el 2009Q2; las cuales representan las crisis más agudas por lo resultados obtenidos (ver cuadro 2).

Cuadro 1. Máximos locales (Filtro HP)

Período (máximos locales)	Brecha del Producto %
1981Q4	5.15
1985Q1	2.50
1991Q2	2.74
1994Q3	4.10
1998Q1	1.98
2000Q3	3.31
2008Q2	3.77
2012Q1	1.80

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Loría, Ramos y de Jesús (2008), entre el período 1981Q2-2004Q4, identifican 10 crestas entre 1981Q2 y 2004Q4; la primera en 1981Q2 con una brecha de 3.48%, sucesivamente en 1981Q4 (5.91%), 1982Q1 (3.46%), 1985Q4 (3.59%), 1991Q2 (3.44%), 1994Q4 (4.85%), 1996Q4 (3.63%), 1997Q4 (4.04%), 2000Q4 (3.90%) y 2004Q4 (3.60%). En algunos periodos los valores son muy parecidos a los obtenidos en este trabajo; sin embargo, en algunos periodos hay gran discrepancia, como el dato 2004Q4, donde nuestro resultado muestra una brecha negativa (-0.3%).

Loría, Ramos y de Jesús (2008) identifican 10 valles. El primero en 1980Q3 con una brecha de -4.82%, el segundo en 1983Q3 (-6.18%), 1986Q3 (-5.59%), 1987Q3 (-3.71%), 1988Q3 (-5.52%), 1989Q3 (-3.77), 1991Q3 (-4.41%), 1993Q3 (-4.11%), 1995Q3 (-5.55%) y 1996Q3 (-3.92%).

Cuadro 2. Mínimos locales (Filtro HP)

Período (mínimos locales)	Brecha del Producto %
1980Q2	-4.33
1983Q2	-3.09
1986Q4	-3.14
1988Q3	-2.74
1989Q4	-1.95
1995Q2	-6.69
2002Q1	-3.19
2003Q3	-2.63
2009Q2	-5.80
2014Q1	-0.63

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

En lo que respecta a los ciclos económicos en la economía mexicana, el filtro HP identifica 6 ciclos (ver cuadro 3). El ciclo más largo comprende 38 trimestres y el segundo 31 trimestres. El más corto de 10 trimestres y uno de 13 trimestres.

Cuadro 3. Ciclos económicos (Filtro HP)

Período (ciclos económicos)	Duración en trimestres
1981Q4-1985Q1	13
1985Q1-1994Q3	38
1994Q3-1998Q1	14
1998Q1-2000Q3	10
2000Q3-2008Q2	31
2008Q2-2012Q1	15

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Acevedo (2009), en el período de 1980 a 2007, identificó cuatro fases expansivas de la brecha del producto. El primer ciclo de cresta a cresta, se da en 1981Q4 a 1985Q4, el segundo lo identifica de 1985Q4 a 1992Q3, el tercero de 1992Q3 a 1994Q4 y el último de 1994Q4 a 2000.3. En el último período del 2004Q1 a 2007Q3, la economía había estado en una etapa de crecimiento, sin embargo, menciona que no habían elementos que permitieran identificar su termino, y por lo tanto, la longitud de este por tal razón no considera este período.

3.2 Filtro Baxter y King (BK)

En el cálculo del filtro BK, se utilizó un modelo ARIMA, debido a que es un filtro band-pass que utiliza valores rezagados y adelantados de la serie observada²³. Además, Baxter y King (1999) señalan que el ciclo genera buenos resultados en una banda de año y medio y ocho años. Sin embargo, se considera que el ciclo genera mejores resultados en una banda de 2 a 9 años, de acuerdo con el análisis de frecuencia del estudio de los ciclos Loría y Salas (2014). Estos autores consideran los puntos críticos de cada fluctuación y su frecuencia, en los cuales identifican que la duración del ciclo más largo es de 36 trimestres entre 1985Q3-1994Q4 y el más pequeño de 9 trimestres 1998Q1-2000Q2.

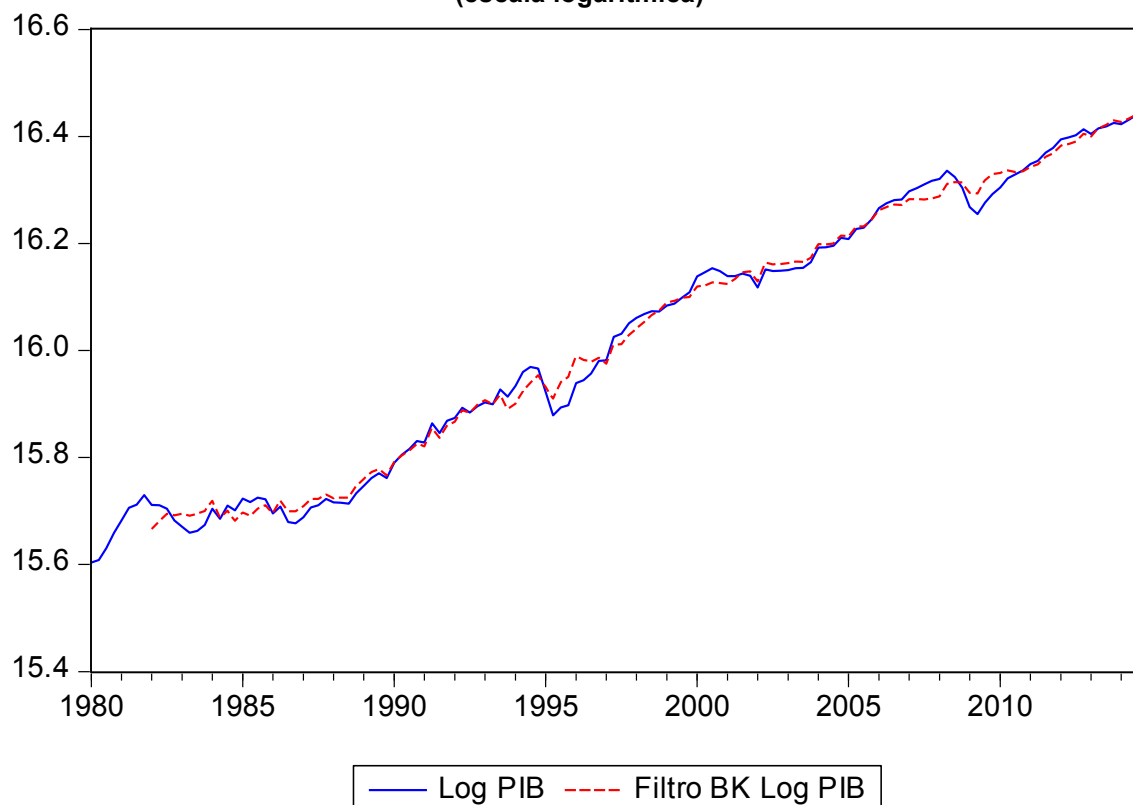
Las gráficas 7 y 8 muestran los resultados del filtro Baxter y King (1999). Debido a que no existe un número ideal de rezagos, se realizó el cálculo con 8 y 12 rezagos, respectivamente, ya que entre más se incrementan los rezagos se

²³ Se especifico un modelo ARIMA de orden de integración I(1), AR(4) y MA (3).

mejora la aproximación con el filtro ideal, a costa de perder información al principio y final de la muestra (Flores, 2000). El filtro BK no tiende a subestimar tanto el producto potencial como lo hace el filtro HP.

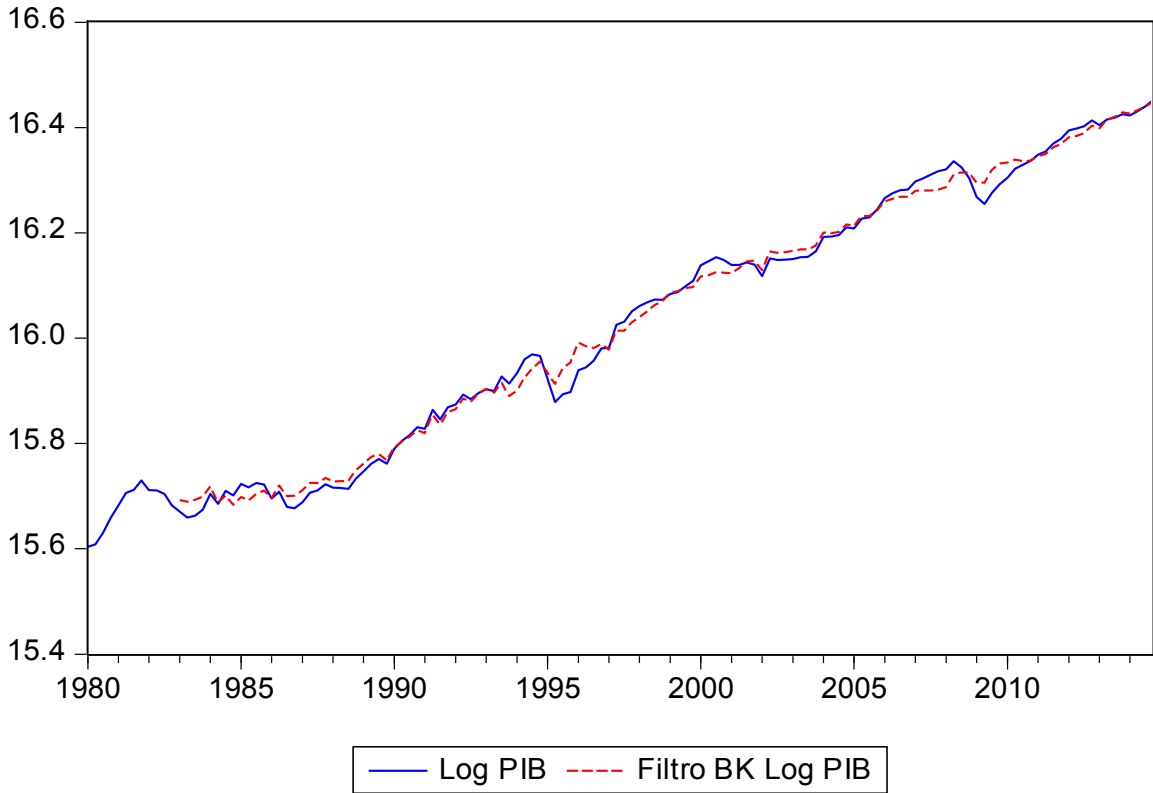
La gráfica 9 compara el comportamiento de la tendencia con los diferentes rezagos utilizados (8 y 12 rezagos). En la gráfica se puede observar que en algunos períodos de cambios bruscos de la trayectoria del PIB tiende a estar por abajo uno del otro o viceversa, por ejemplo, de 1985 a 1990 la trayectoria con 8 rezagos tiende a estar por debajo que la de 12 rezagos, donde en ese periodo el PIB creció por debajo de su potencial. En el período de la crisis del 2008, los valores de 8 rezagos estuvieron por encima de la trayectoria de 12 rezagos. En períodos más estables siguen la misma trayectoria. A diferencia de la trayectoria del filtro HP, el filtro BK presenta mayor volatilidad en su componente permanente.

**Gráfico 7. PIB observado y Filtro BK (8 rezagos)
(escala logarítmica)**



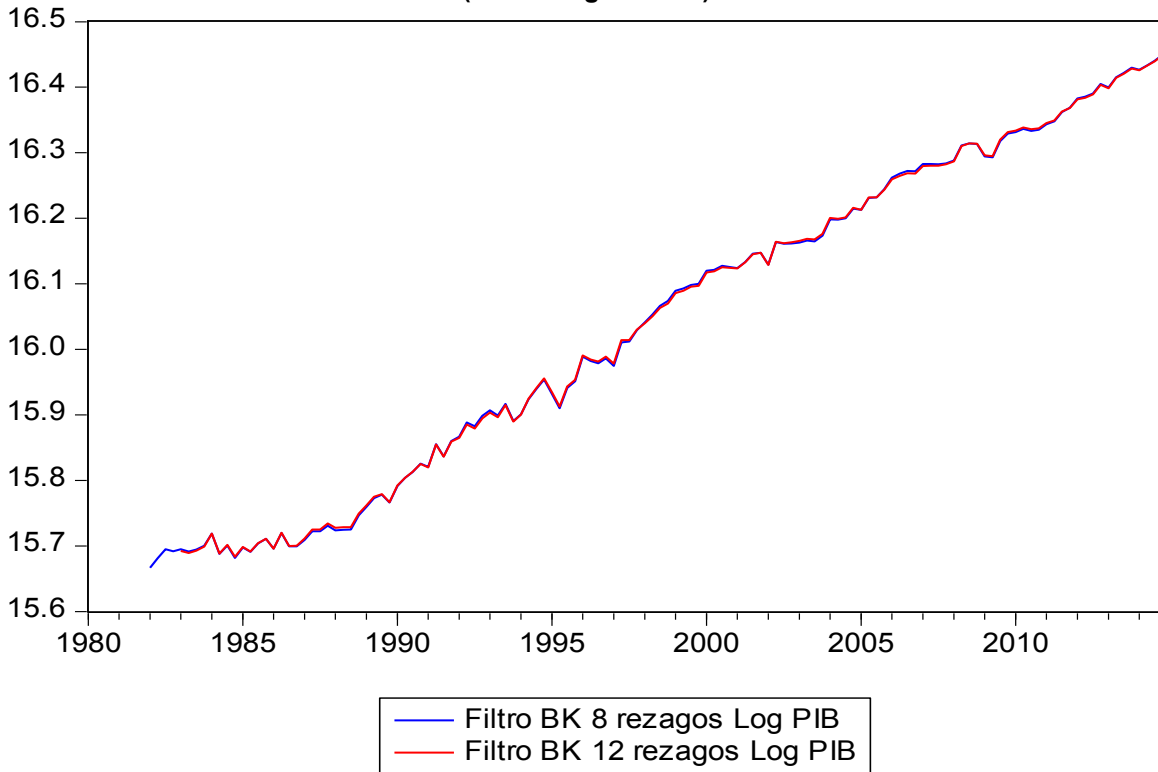
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

**Gráfico 8. PIB observado y Filtro BK (12 rezagos)
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

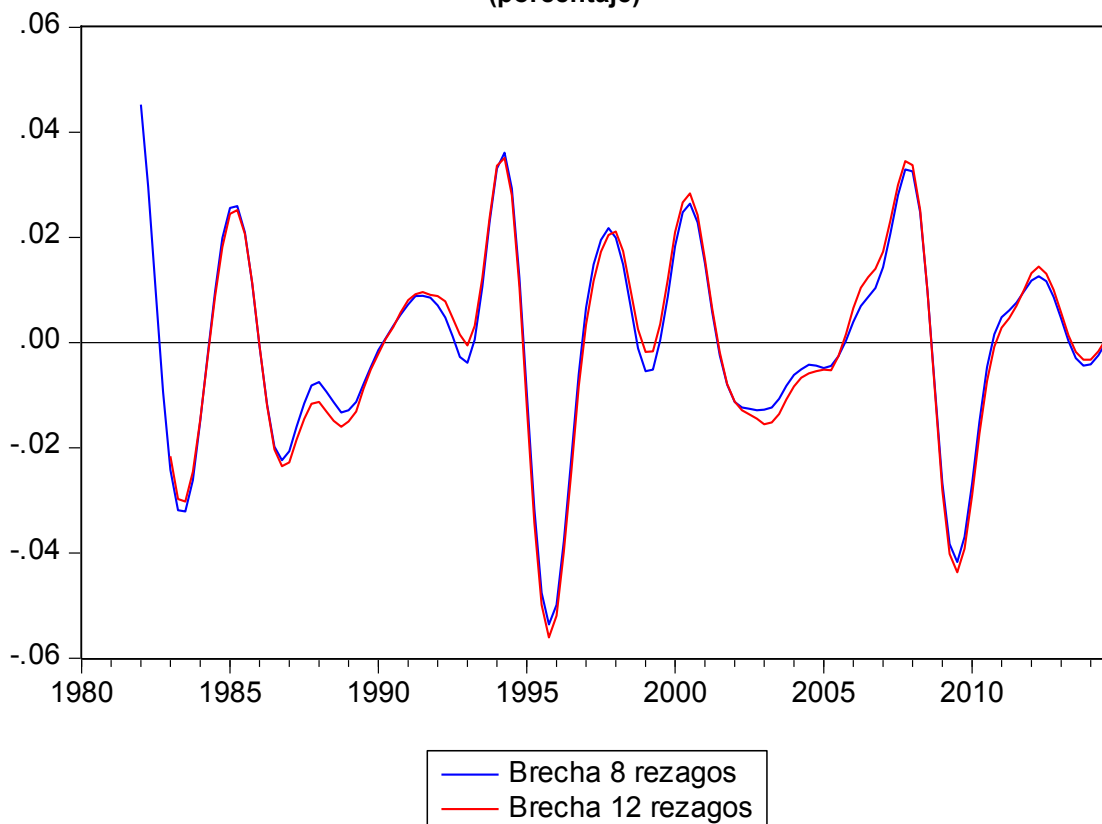
**Gráfico 9. Filtro BK con 8 y 12 rezagos
(escala logarítmica)**



Fuente: Cálculos propios.

La gráfica 10 muestra el ciclo del producto para los diferentes valores de rezagos, del mismo modo que la tendencia en diversos períodos, los rezagos muestran una mayor caída de la producción y en otros un alza más pronunciada, pero siguiendo la misma trayectoria. La brecha del producto BK observa una trayectoria más suavizada a diferencia del filtro HP, el cual presenta mayor volatilidad y no permite distinguir con mayor claridad los ciclos económicos que atravesó la economía a lo largo del periodo estudiado.

**Gráfico 10. Brecha del Producto con valores de 8 y 12 rezagos (Filtro BK)
(porcentaje)**



Fuente: Cálculos propios.

3.1.2 Análisis de frecuencia y amplitud

El filtro BK identifica 8 crestas o máximos locales, los resultados obtenidos son muy parecidos al filtro HP con una discrepancia en fecha entre 1 ó 2 trimestres (ver cuadro 4). Como se mencionó anteriormente el filtro BK no tiende a subestimar tanto los valores del producto como el filtro HP.

Los valores obtenidos de la brecha del producto por parte del filtro BK son muy parecidos al filtro HP, el dato con la mayor diferencia es de 1.84%, que es en el

año 1991Q3 con 0.89% por parte del filtro BK y por parte del filtro HP en 1991Q2 es de 2.74%. Los demás datos tienen diferencia entre 0.66% y -0.10%. Sin embargo, es de destacarse la similitud de resultados tanto en fechas como en valores.

Debido a que el filtro utiliza valores adelantados y rezagados localiza el punto más alto de la muestra en 1982Q1, cuando en la literatura económica lo identifica a finales del año de 1981. El segundo punto más alto, de igual modo con los demás trabajos es localizado en el año 1994. Por último, el dato 2007Q4 es el mismo que reporta Acevedo (2009) con diferencia de un trimestre, por parte de Loria y Salas (2014) lo localizan en 2008Q2, del mismo modo que el filtro HP de la presente investigación.

Cuadro 4. Máximos locales (Filtro BK)

Período (máximos locales)	Brecha del Producto %
1982Q1	4.53
1985Q2	2.60
1991Q3	0.89
1994Q2	3.62
1997Q4	2.18
2000Q3	2.65
2007Q4	3.29
2012Q2	1.26

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Por parte de los valles, el filtro BK identifica 9 valles, el punto más bajo lo localiza en 1995Q4 y el segundo en 2009Q2, del mismo modo la literatura económica. Las principales diferencias entre el filtro HP y BK, es que el filtro BK identifica el periodo de 1999Q1 como un mínimo local, a diferencia del filtro HP que no lo considera, debido a la volatilidad que presenta el filtro HP, este localiza un punto 2003Q3 que el filtro BK no reporta, Acevedo (2009) y Loría y Salas (2014) reportan el valor de 2003Q3 y 2003Q4 sucesivamente como un mínimo local, sin embargo, este punto el filtro BK lo localiza en 2002Q4.

Los puntos donde coinciden los trabajos reportados anteriormente son los años 1983, 1988, 1995 y 2009; con diferencias entre 1 ó 2 trimestres (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Mínimos locales (Filtro BK)

Período (mínimos locales)	Brecha del Producto %
1983Q3	-3.21
1986Q4	-2.24
1988Q4	-1.33
1993Q1	-0.38
1995Q4	-5.36
1999Q1	-0.54
2002Q4	-1.29
2009Q2	-3.83
2013Q4	-0.43

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Por parte de los ciclos económicos, el filtro BK reporta 7 ciclos, a diferencia del filtro HP que registra 6, el cual registro un ciclo intermedio entre 1985Q2 a 1994Q2, éste va de 1985Q2 a 1991Q3 (ver cuadro 6), sin embargo, este valor es relativamente bajo comparado con el de 1994Q2, por lo que se podría suponer que el ciclo podría ser identificado hasta 1994Q2. Acevedo (2009) registró un ciclo muy parecido de 1985Q4 a 1992Q3. Por otra parte, Loria y Salas (2014) registran todo el ciclo completo de 1985Q3 a 1994Q3, sin embargo, sí registran como un máximo local el periodo de 1992Q3. En lo que respecta a los demás ciclos hay una leve diferencia de 1 a 2 trimestres de discrepancia en fechas entre el filtro HP y BK.

Cuadro 6. Ciclos económicos (Filtro BK)

Período (ciclos económicos)	Duración en trimestres
1982Q1-1985Q2	13
1985Q2-1991Q3	25
1991Q3-1994Q2	11
1994Q2-1997Q4	14
1997Q4-2000Q3	11
2000Q3-2007Q4	29
2007Q4-2012Q2	18

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

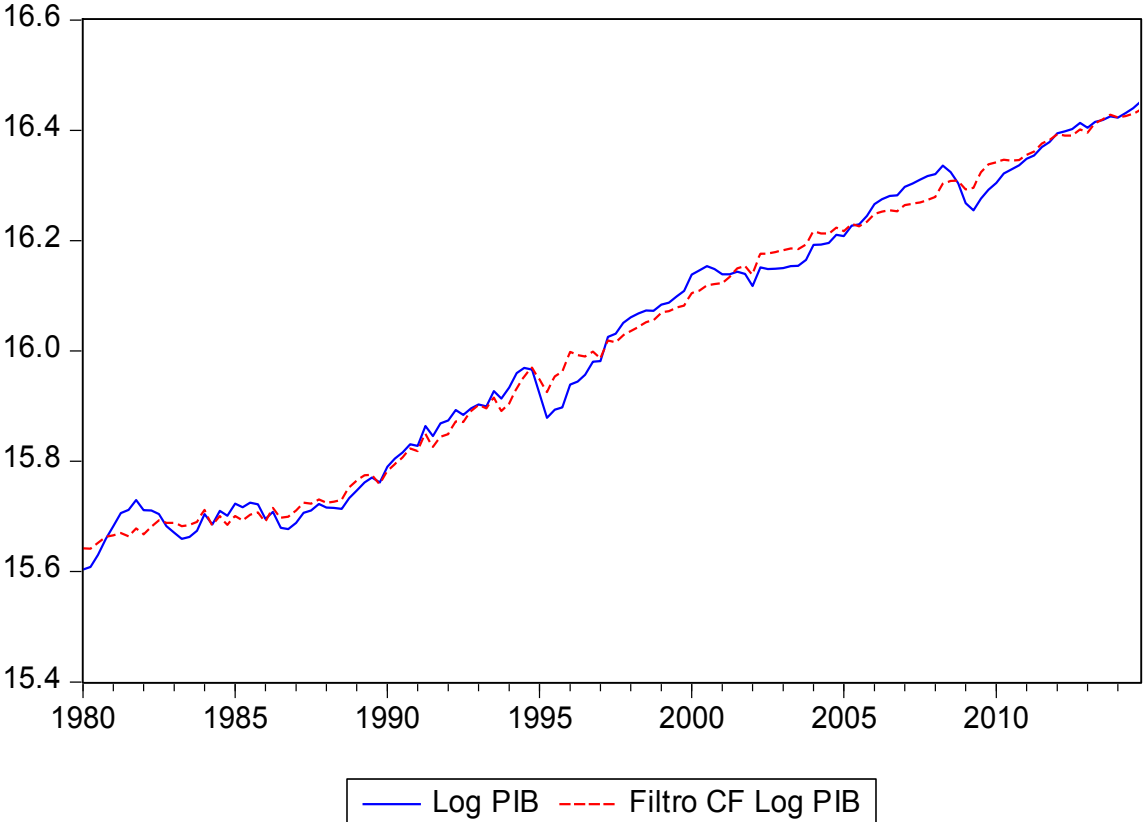
3.3 Filtro Christiano-Fitzgerald (CF)

El filtro Christiano-Fitzgerald (2003) asume la muestra completa asimétrica, donde los valores adelantados y retrasados difieren; y la banda de fluctuación del ciclo es

de 2 a 9 años²⁴. En la especificación del filtro se asume que la serie sigue un proceso de camino aleatorio, así que la función de densidad espectral corresponde a este proceso estocástico.

El filtro muestra resultados muy similares al filtro BK (ver gráfica 11 y 12), salvo en algunos períodos en donde el filtro BK o el filtro CF subestiman el producto potencial. Por ejemplo, en el período 1998Q1 a 2001Q1, el filtro BK se encuentra muy por encima del filtro CF, por otro lado, 2001Q3 a 2005Q1, el filtro CF se encuentra por encima del filtro BK. Sin embargo, en el período de 1980 a 1997 el comportamiento es muy similar. Se puede observar que el mejor comportamiento del producto es 1990 hasta antes de la crisis de la deuda de 1995, para después entrar en una nueva fase expansiva de 1997 a 2001 y de 2005 a 2008; por lo que las fases expansivas se van reduciendo claramente.

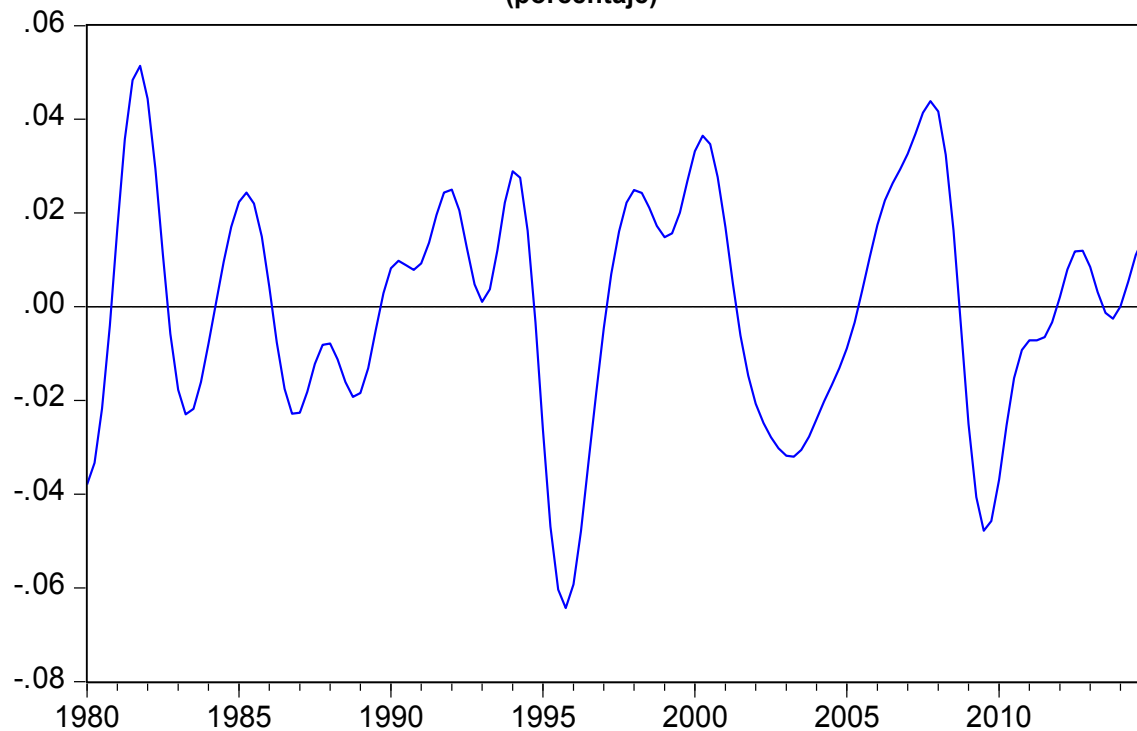
Gráfico 11. PIB observado y Filtro CF (escala logarítmica)



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

²⁴ Entre valores de 1.5 años (seis trimestres) y 8 años (32 trimestres) de la banda de fluctuación, genera una mayor volatilidad entre 1985 y 1994.

**Gráfico 12. Brecha del Producto (Filtro CF)
(porcentaje)**



Fuente: Cálculos propios.

La brecha del producto CF comparada con la brecha del producto de BK tiene a subestimar con mayor impulso las caídas y los puntos más altos del período de análisis, sin embargo, los punto máximos y mínimos presentan resultados muy similares salvo algunas diferencias.

3.1.3 Análisis de frecuencia y amplitud

En el caso del filtro CF registra 9 crestas e identifica los valores más altos en 1981Q4, seguido del año 2007Q4 y 2000Q2. Las fechas son mayormente parecidas a las del filtro BK con diferencia entre 1 ó 2 trimestres; la mayor diferencia radica en el periodo final de la muestra, en la cual el filtro CF subestima el valor 2014Q4 con un brecha de 1.47%, mientras el filtro BK es de 0.25% y el filtro HP presenta una tasa negativa -0.06%. Sin embargo, se observa una recuperación a partir de la caída del producto en el año 2013, una senda de un ligero crecimiento a partir de inicios del 2014, por esta razón el filtro CF considera la cresta incluso más arriba que en el año 2012Q4 (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Máximos locales (Filtro CF)

Período (máximos locales)	Brecha del Producto %
1981Q4	5.14
1985Q2	2.44
1992Q1	2.50
1994Q1	2.89
1998Q1	2.49
2000Q2	3.65
2007Q4	4.39
2012Q4	1.20
2014Q4	1.47

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Por parte de los mínimos locales del filtro CF, éste localiza 9 puntos de los cuales el menor es en el periodo 1995Q4 (-6.43%), seguido del periodo de 2009Q3 y 1980Q1 (pero esta fecha comienza el periodo de análisis, por lo cual en la literatura económica para el caso de México no lo consideran). Los tres filtros (HP, BK, CF) coinciden que en 1995 tuvo una mayor caída del producto que en el año 2009. El filtro CF y BK reportan fechas muy similares de un trimestre (con discrepancia de un trimestre o dos) en su mayoría, a excepción del año 2003Q2 por parte del filtro CF y el filtro BK 2002Q4. Sin embargo, el filtro BK reporta el periodo de 1999Q1 con tasa negativa (-0.54%), mientras que el filtro CF si reporta una caída del producto en este mismo punto (1.48%), pero no tan pronunciada como el filtro BK, por esta razón no se considera como un mínimo local.

En lo que respecta a los valores de la brecha tiende a subestimar en mayor medida el valor de 1995Q4 que el filtro BK, con una diferencia de $\pm 1.07\%$, pero en menor medida que el filtro HP. Los demás valores de la brecha del producto, entre el filtro CF y BK, tienen una diferencia que oscila entre -0.92% y 0.95% . Por lo que, el filtro CF en algunos puntos donde son más pronunciadas las caídas del producto, los valores son mayores que en el filtro BK. Del mismo modo que el filtro BK, el filtro HP reporta fechas muy similares (a excepción de que el filtro HP reporta 1989Q4, 2002Q1 y por parte del filtro BK reporta el periodo 1993Q1) con diferencia entre 1 ó 2 trimestres, en estas fechas donde los valores coinciden, éstos oscilan entre -1.03% y 0.57% ; donde los valores del filtro HP en su mayoría son superiores que los que reporta el filtro CF (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Mínimos locales (Filtro CF)

Período (mínimos locales)	Brecha del Producto %
1980Q1	-3.79
1983Q2	-2.29
1986Q4	-2.28
1988Q4	-1.92
1993Q1	0.10
1995Q4	-6.43
2003Q2	-3.20
2009Q3	-4.78
2013Q4	-0.26

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

El filtro CF identifica 8 ciclos económicos²⁵ (ver cuadro 9), el ciclo más largo que reporta es de 30 trimestres del 2000Q2 a 2007Q4 y hay dos ciclos cortos de 8 trimestres de 1992Q1 a 1994Q1 y 2012Q4 a 2014Q4. La gran diferencia entre el filtro BK y CF es el filtro CF distingue el último pequeño ciclo del 2012Q4 a 2014Q4, salvo por esta diferencia ambas distinguen los mismo ciclos económicos con diferencia en fechas de 1 a 2 trimestres. El filtro HP ubica el ciclo más largo desde 1985Q1 a 1994Q3, no distingue claramente el pequeño ciclo de 1992Q1 a 1994Q1, que reportan los dos filtros anteriores y del mismo modo el filtro HP no identifica el último ciclo que reporta el filtro CF. Al final del periodo se observa una clara recuperación del producto, si bien es cierto, el filtro CF puede evidenciar la recuperación del producto en mayor medida para entrar en una nueva fase expansiva que permita recuperar la trayectoria de largo plazo del producto.

Cuadro 9. Ciclos económicos (Filtro CF)

Período (ciclos económicos)	Duración en trimestres
1981Q4-1985Q2	14
1985Q2-1992Q1	27
1992Q1-1994Q1	8
1994Q1-1998Q1	16
1998Q1-2000Q2	9
2000Q2-2007Q4	30
2007Q4-2012Q4	20
2012Q4-2014Q4	8

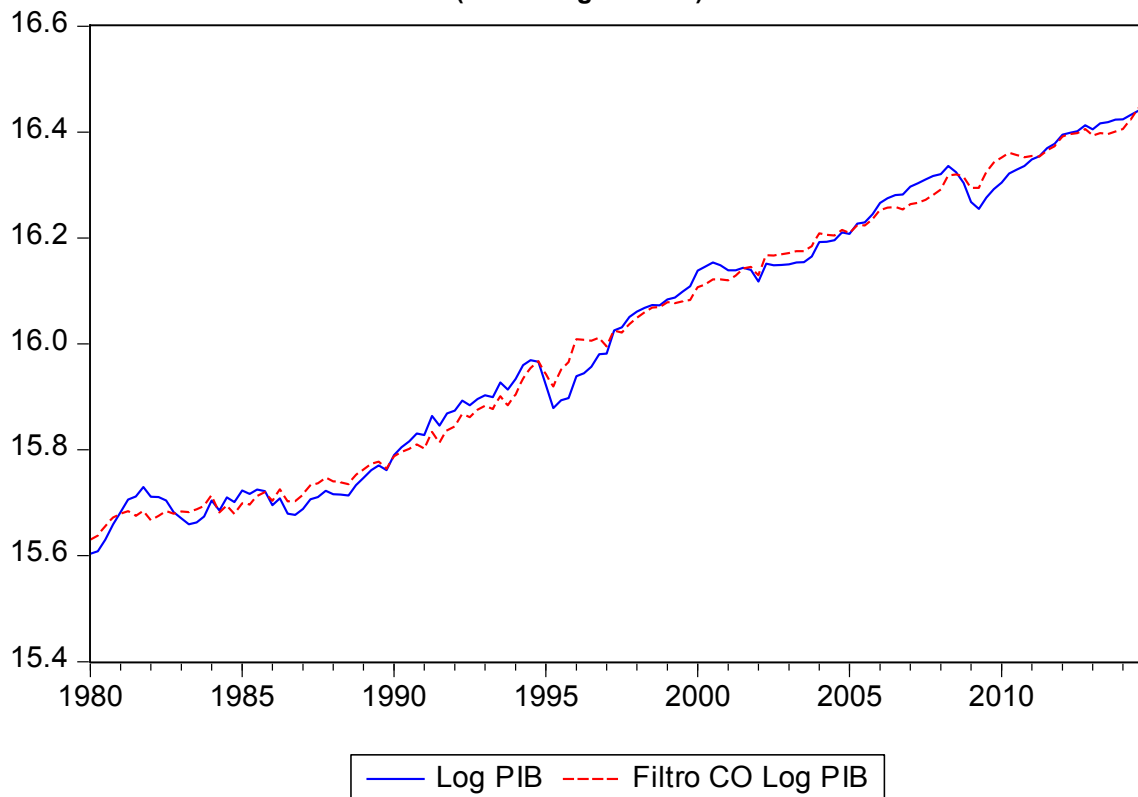
Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

²⁵ Al incluir valores entre 1.5 y 8 años de la banda de fluctuación, la volatilidad entre 1985 y 1994, podría suponer que al identificar los ciclos económicos como en la literatura económica lo sugiera como el cambio de cresta a cresta, omita el ciclo entre 1985Q2 a 1992Q1 (con valor entre 2 y 9 años) y para identificarlo en 1985Q3 a 1994Q2.

3.4 Filtro Corbae-Ouliaris (CO)

Por último, el filtro Corbae-Ouliaris (2006) considera una amplitud de banda de 2.25²⁶ años (nueve trimestres) a 9 años (36 trimestres), de acuerdo con la evidencia empírica, Loria y Salas (2014) y Acevedo (2009) arrojan resultados muy similares en cuanto a la amplitud de onda de los ciclos, por los cuales se toman dichos valores para la estimación, además de producir mejores resultados (ver gráfica 13). Los resultados del filtro son muy similares al filtro BK, salvo en algunos períodos de recuperación económica y caída del producto. Por su parte, el filtro CF presenta todavía una trayectoria más parecida entre ellas.

**Gráfico 13. PIB observado y Filtro CO
(escala logarítmica)**



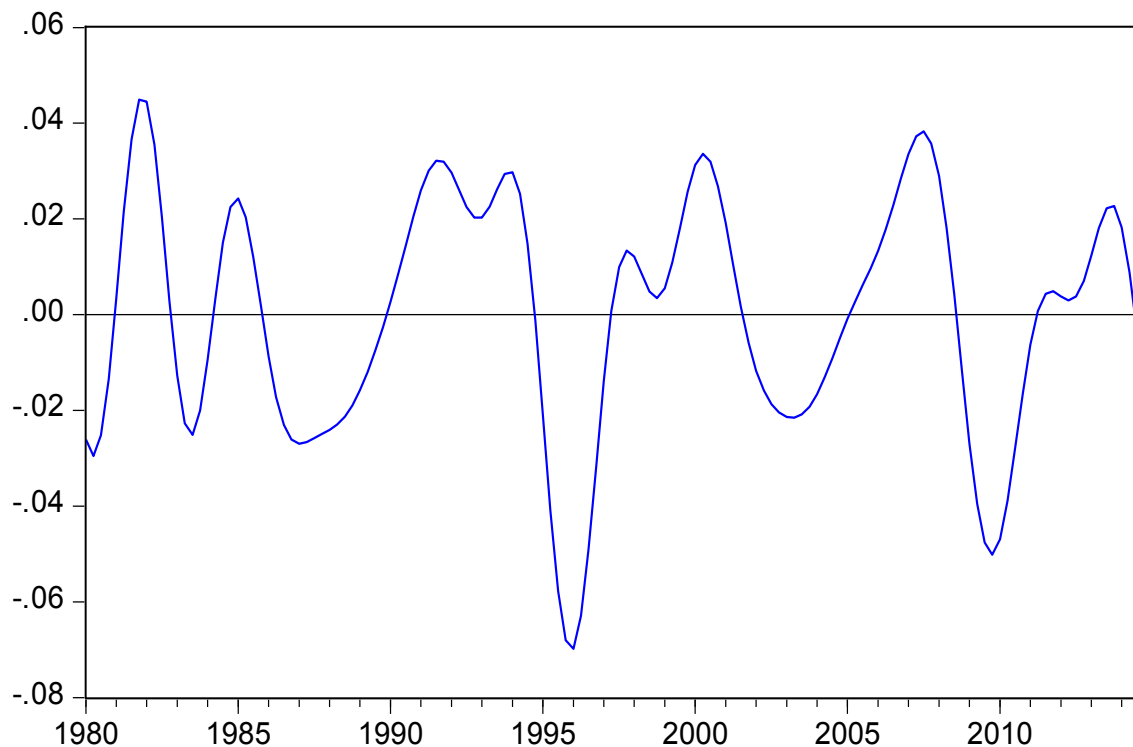
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

La brecha del producto muestran ciclos muy parecidos con el filtro BK, salvo diferencias en cuanto a fechas en las cuales uno encuentra primero el punto más alto del ciclo y después el otro y viceversa, y del mismo modo que el filtro CF, el

²⁶ Valores por arriba de 2 años (ocho trimestres) generan un ciclo mayormente suavizado. De acuerdo a los valores del ciclo económico de E.U. oscilan entre 6 y 32 trimestres, para el caso de México generan una mayor distorsión, es decir, ciclos demasiado cortos. Las principales diferencias entre estos valores, es en 1985 a 1991; en el cual el valor mayormente pequeño, genera mayor volatilidad y igualmente de 1991 a 1994,

filtro CO presenta los puntos más altos y mínimos de la muestra. Por su parte, la comparación entre los filtros CO y CF presentan ciclos todavía mayormente parecidos que el filtro BK, salvo algunas fechas.

**Gráfico 14. Brecha del Producto (Filtro CO)
(porcentaje)**



Fuente: Cálculos propios.

Si bien se había observado una ligera recuperación del PIB potencial, por parte de los filtros anteriores al final de la muestra, el filtro CO pone a dudar si el producto podría entrar en una nueva fase expansiva debido a que en el año 2014, se observa un claro decreciente del producto, para entrar nuevamente en una fase recesiva y seguir sin recuperar su senda de crecimiento sostenido en el largo plazo.

3.1.4 Análisis de frecuencia y amplitud

Por último, el filtro CO registra los puntos más altos en 1981Q4, seguido de 2007Q3 y 2000Q2 (ver cuadro 10). La mayor diferencia de este filtro es que registra un máximo en el periodo de 2013Q4, en los que los demás filtros lo registran en 2014Q4 y este filtro no registra el periodo 2012Q1-4, como lo registran los demás filtros. Omitiendo estos dos valores al final de la muestra, los

resultados o fechas son muy parecidas entre el filtro BK y CF; a excepción con el filtro HP donde registra un máximo en 2008Q2 y los demás filtros lo registran en el 2007Q3-4. La comparación entre el filtro CF y CO es que entre el periodo de 1981Q4 a 2007Q4 registran fechas muy parecidas con diferencia entre uno y dos trimestres; la diferencia de los valores de la brecha oscilan entre -0.72% y 1.15%, siendo el filtro CF el que en su mayoría registra los valores más altos.

Cuadro 10. Máximos locales (Filtro CO)

Período (máximos locales)	Brecha del Producto %
1981Q4	4.49
1985Q1	2.43
1991Q3	3.22
1994Q1	2.98
1997Q4	1.34
2000Q2	3.36
2007Q3	3.83
2013Q4	2.27

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Del mismo modo que el filtro CF, el filtro BK identifica fechas muy parecidas de los puntos máximos con diferencia de un trimestre hasta el 2007. La mayor diferencia entre los valores de la brecha del producto, entre estos dos filtros es en el periodo de 1991Q3, donde el filtro BK registra un valor de 0.89% y el filtro CO 3.22%, teniendo una diferencia de $\pm 2.33\%$; los demás valores oscilan entre -0.71% y 0.84%, en algunas ocasiones estando por arriba el filtro CO y en otras el filtro BK. Con el filtro HP hay una mayor discrepancia en fechas de 1 a 3 trimestres, como es el caso donde reporta el valor en el periodo 2008Q2. El valor de la brecha con la mayor discrepancia es en 1994Q1 con 2.98% por parte del filtro CO y por parte del filtro HP lo tiene en 1994Q3 con 4.10%, una diferencia de 1.12%. En lo que respecta a las demás diferencias de los valores de la brecha oscilan entre -0.48% y 0.64%; en algunas ocasiones la diferencia es mínima, pero en puntos donde el producto es mayor que su potencial el filtro HP reporta los más altos valores.

El filtro CO identifica 8 puntos mínimos, el punto más bajo lo localiza en 1996Q1, a diferencia de los filtros BK y CF que lo ubican en 1995Q4 y el filtro HP en 1995Q2. El segundo punto más bajo lo identifica en 2009Q4 y por último en 1980Q2 (ver cuadro 11). En comparación con el filtro CF, el filtro CO no registra la caída del

producto en 1988Q4, y por otro lado, en 1998Q4 se observa una caída de los filtros, sin embargo, el filtro que le da un mayor peso es el filtro CO, por lo que no se registró en el filtro CF. A lo largo del año de 2013 por parte del filtro CF, se observa una caída lenta del producto, mientras que el filtro CO registra una recuperación del producto hasta el 2014, donde encuentra su punto de inflexión y comienza su decrecimiento hasta el final de la muestra. Por parte de las demás fechas identificadas, difieren entre 1 y 2 trimestres. La diferencia entre los valores donde se reportan fechas similares entre el filtro CF y CO oscilan entre -1.92% y 0.42%. La mayor diferencia se observa en el periodo de 1993Q1(CF) y 1992Q4(CO) donde reportan datos de 0.10% y 2.03% sucesivamente.

Como mencionamos anteriormente, debido a que el filtro BK utiliza valores rezagados y adelantados, no registra el punto al inicio de la muestra 1980Q2. Del mismo modo, que el filtro CF y BK, el filtro CO no distingue el punto de 1988Q4, sino registra el siguiente punto mínimo hasta 1992Q4. Se observa el mismo fenómeno que ocurre con el filtro CF, mientras el filtro BK ubica el punto mínimo en 2013Q4, para el filtro CO lo identifica como un máximo; del mismo modo, cuando el filtro BK observa una ligera recuperación del producto al final de la muestra, el filtro CO registró el último punto mínimo. En cuanto a los valores que reportan estos dos filtros (BK y CO), la diferencia oscila entre -2.41% y 1.18% registrando los mayores valores el filtro CO; del mismo modo que el filtro CF, en el periodo de 1993Q1 y 1992Q4, el filtro CO subestima en mayor cantidad este valor.

El filtro HP, al igual que los filtros anteriores (BK y CF), registró el periodo de 1988Q3 y debido a que el filtro HP presenta gran volatilidad, localiza otro mínimo en 1989Q4, que no localiza el filtro CO. El filtro CO registró una ligera caída del producto en 1992Q4 (aunque presenta una brecha positiva), después de alcanzar un máximo local en 1991Q3, la cual el filtro HP la registra del mismo modo en el punto 1992Q3²⁷. Como se mencionó anteriormente debido a la volatilidad que presenta el filtro HP, dificulta el análisis y comparación de los puntos críticos con relación con los demás filtros, sin embargo, en el periodo de 1998Q4 (0.35%) el filtro CO observa claramente la caída del PIB después de haber alcanzado su máximo en el periodo de 1997Q4, aunque en este punto de caída no presenta una

²⁷ No se registró la presente fecha debido a la volatilidad entre 1991Q2 hasta 1994Q3 por parte del filtro HP.

brecha positiva; el filtro HP del mismo modo registra el mismo punto de caída en el mismo periodo con el mismo valor (0.35%). Otra diferencia de este filtro CO es que localiza más retrasadamente los puntos críticos mínimos, por ejemplo, en el periodo de crisis de 1995, lo localiza hasta 1996Q1, de igual modo el punto de 2002Q1 registrada por el filtro HP en este periodo, el filtro CO lo localiza en 2003Q2, de igual modo la crisis financiera del 2008, el punto mínimo, por parte del filtro HP lo localiza en 2009Q2 y el filtro CO dos trimestres adelante y por último cuando el filtro HP localiza el punto 2014Q1, el filtro CO reporta en 2014Q4 (el último punto mínimo de la muestra).

A pesar de las diferencias de 1 a 3 trimestres en algunas fechas similares, los valores que reportan cada filtro (HP y CO) oscilan entre -1.38% y 0.29% siendo el filtro HP quien mayor peso registran los datos.

Cuadro 11. Mínimos locales (Filtro CO)

Período (mínimos locales)	Brecha del Producto %
1980Q2	-2.95
1983Q3	-2.51
1987Q1	-2.70
1992Q4	2.03
1996Q1	-6.98
1998Q4	0.35
2003Q2	-2.15
2009Q4	-5.01
2014Q4	-1.65

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

El filtro CO reporta 7 ciclos económicos²⁸, el ciclo mayor es muy similar a los 3 filtros anteriores (BK, CF y HP) de duración de 29 trimestres, que va del 2000Q2 a 2007Q3. De igual modo, este filtro distingue el pequeño ciclo de 10 trimestres entre 1991Q3 y 1999Q1, en donde, el filtro HP no es muy claro y lo registra a finales de 1994Q3. La gran diferencia en cuanto a ciclos es que identifica el último ciclo a finales del 2013 y los demás filtros en el año 2012, por lo que el ciclo es mayormente largo que los demás y no registra la recuperación a finales de la muestra, siendo el filtro CF quien le da el mayor peso a este último valor.

²⁸ Entre más pequeño sea el valor de banda de fluctuación (por debajo de 1.5 años), el peso que se le da a las crestas es mayor, en este caso al periodo de 1994Q1.

Cuadro 12. Ciclos económicos (Filtro CO)

Período (ciclos económicos)	Duración en trimestres
1981Q4-1985Q1	13
1985Q1-1991Q3	26
1991Q3-1994Q1	10
1994Q1-1997Q4	15
1997Q4-2000Q2	10
2000Q2-2007Q3	29
2007Q3-2013Q4	25

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Finalmente, en el cuadro 13 muestra las principales coincidencias de las fechas reportadas como máximos locales de los 4 filtros. Donde la mayor diferencia entre ellas se observa al final de la muestra de cada filtro. Como se mencionó anteriormente el filtro CO registra el último punto máximo en 2013Q4 lo cual difiere completamente por lo reportado por los tres filtros restantes. Es de destacarse la similitud de coincidencias entre los filtros, omitiendo este último valor, difieren a la máximo por tres trimestres, sin embargo, la mayoría de las fechas oscilan entre uno y dos trimestres.

Cuadro 13. Comparación filtros (máximos locales)

Filtro HP	Brecha %	Filtro BK	Brecha %	Filtro CF	Brecha %	Filtro CO	Brecha %
1981Q4	5.15	1982Q1	4.53	1981Q4	5.14	1981Q4	4.49
1985Q1	2.50	1985Q2	2.60	1985Q2	2.44	1985Q1	2.43
1991Q2	2.74	1991Q3	0.89	1992Q1	2.50	1991Q3	3.22
1994Q3	4.10	1994Q2	3.62	1994Q1	2.89	1994Q1	2.98
1998Q1	1.98	1997Q4	2.18	1998Q1	2.49	1997Q4	1.34
2000Q3	3.31	2000Q3	2.65	2000Q2	3.65	2000Q2	3.36
2008Q2	3.77	2007Q4	3.29	2007Q4	4.39	2007Q3	3.83
2012Q1	1.80	2012Q2	1.26	2012Q4	1.20	2013Q4	2.27

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

En el cuadro 14 se observan los puntos mínimos locales en que los filtros presentan mayor coincidencia. Así como también permite localizar los puntos de mayor caída del producto. Los cuatro filtros coinciden que la crisis de 1995 fue la mayor caída del producto seguido de la crisis del 2008 con su punto más bajo en el 2009. Las diferencias entre fechas difieren entre uno y tres trimestres, siendo el filtro CO el último en localizar mayormente los puntos mínimos del periodo.

Cuadro 14. Comparación filtros (mínimos locales)

Filtro HP	Brecha %	Filtro BK	Brecha %	Filtro CF	Brecha %	Filtro CO	Brecha %
1983Q2	-3.09	1983Q3	-3.21	1983Q2	-2.29	1983Q3	-2.51
1986Q4	-3.14	1986Q4	-2.24	1986Q4	-2.28	1987Q1	-2.70
1995Q2	-6.69	1995Q4	-5.36	1995Q4	-6.43	1996Q1	-6.98
2003Q3	-2.63	2002Q4	-1.29	2003Q2	-3.20	2003Q2	-2.15
2009Q2	-5.80	2009Q2	-3.83	2009Q3	-4.78	2009Q4	-5.01

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

3.5 Brecha y PIB potencial: Promedio Filtros

Las diversas técnicas de filtros nos brinda un panorama más congruente acerca de los resultados obtenidos y obtener una mejor aproximación del PIB potencial, sobre la base de que la combinación lineal de pronósticos independientes produce un mejor estimador lineal insesgado (Catalán y Aquino, 2013). En primera instancia, para obtener el valor del PIB potencial con base en las diversas técnicas de filtros para el periodo 1980Q1 a 2014Q4 (ver cuadro 15); se puede observar una mayor disparidad en el periodo de los 90s debido a la implementación de políticas de corte neoliberal, resultante después de la crisis de 1982, originada por la inestabilidad económica, política y social; un alto grado de sobre proteccionismo por parte del estado, sobre la mayor parte de las actividades que se realizaban en el país. La suma de estos factores de bajo crecimiento y desarrollo económico y el incremento de los intereses de la deuda externa hicieron más agudo el estallido de la crisis de la deuda iniciada en 1982. De acuerdo con los resultados obtenidos por parte del promedio de filtros, las tasas de crecimiento potencial, ubican el peor crecimiento en 1985Q1 a 1989Q4.

Es de destacarse que los diversos filtros muestran resultados muy parecidos en intervalos de 4 años; debido a la pérdida de información por parte del filtro BK, reportan un resultado diferente al inicio de la muestra. Se puede observar una desaceleración del producto en el periodo de 1995Q1 a 2009Q4, después que en 1990Q1 a 1994Q4 presentará un crecimiento exponencial. El filtro CF y CO reportan los valores máximos en este periodo de mayor crecimiento del PIB, sin embargo, en el siguiente intervalo (1995Q1-1999Q4) muestran los valores mínimos, presentando el filtro HP y BK los máximos en este periodo.

**Cuadro 15. Tasa de Crecimiento Promedio del PIB Potencial
(porcentaje)**

Periodo	PIB (ajustado)	HP	BK	CF	CO
1980Q1-1984Q4	2.0	1.0	0.4	1.2	1.1
1985Q1-1989Q4	1.2	1.5	1.4	1.5	1.6
1990Q1-1994Q4	4.0	3.2	3.2	3.5	3.5
1995Q1-1999Q4	2.9	3.3	3.6	2.8	2.9
2000Q1-2004Q4	2.1	2.3	2.0	2.9	2.6
2005Q1-2009Q4	1.6	2.3	2.2	2.0	2.1
2010Q1-2014Q4	3.3	2.5	2.4	2.4	2.5

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Se incluyeron tasas de crecimiento promedio potencial entre 7 y 10 años (ver cuadro 16 y 17); en el cuadro 16 se puede observar que los filtros reportan valores muy similares con diferencia entre 0.1% a 0.4%, siendo el periodo de 1996Q1-2003Q4 el mejor crecimiento que experimentó la economía mexicana a lo largo del periodo de análisis.

**Cuadro 16. Tasa de Crecimiento Promedio del PIB Potencial
(porcentaje)**

Periodo	PIB (ajustado)	HP	BK	CF	CO
1980Q1-1987Q4	1.3	0.9	0.5	1.1	1.2
1988Q1-1995Q4	2.5	2.9	2.8	2.9	2.7
1996Q1-2003Q4	3.3	2.9	2.9	3.0	3.0
2004Q1-2011Q4	2.7	2.3	2.5	2.3	2.4
2012Q1-2014Q4	2.5	2.7	2.3	2.0	2.5

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Entre mayor sean los intervalos de la muestra, las tasas de crecimiento potencial convergen a una sola tasa, la mayor diferencia al inicio de la muestra que presenta el filtro BK, debido a la pérdida de información; a pesar de ello, la diferencia entre los valores oscilan entre 0.1% a 0.2%²⁹.

La tasa de crecimiento potencial entre los filtros oscila entre 1% (en periodos de muy bajo crecimiento) a 2.8% (en periodos de mayor crecimiento). Por lo que el producto potencial es muy sensible a la muestra que se tome (ver cuadro 17). El promedio de filtros estima una tasa de crecimiento potencial a lo largo del periodo estudiado entre 2.3% a 2.4%.

²⁹ Excluyendo los valores al inicio de la muestra por parte del filtro BK.

**Cuadro 17. Tasa de Crecimiento Promedio del PIB Potencial
(porcentaje)**

Periodo	PIB (ajustado)	HP	BK	CF	CO
1980Q1-1984Q4	2.0	1.0	0.4	1.2	1.1
1985Q1-1994Q4	2.6	2.3	2.3	2.5	2.5
1995Q1-2004Q4	2.5	2.8	2.8	2.8	2.7
2005Q1-2014Q4	2.5	2.4	2.3	2.2	2.3

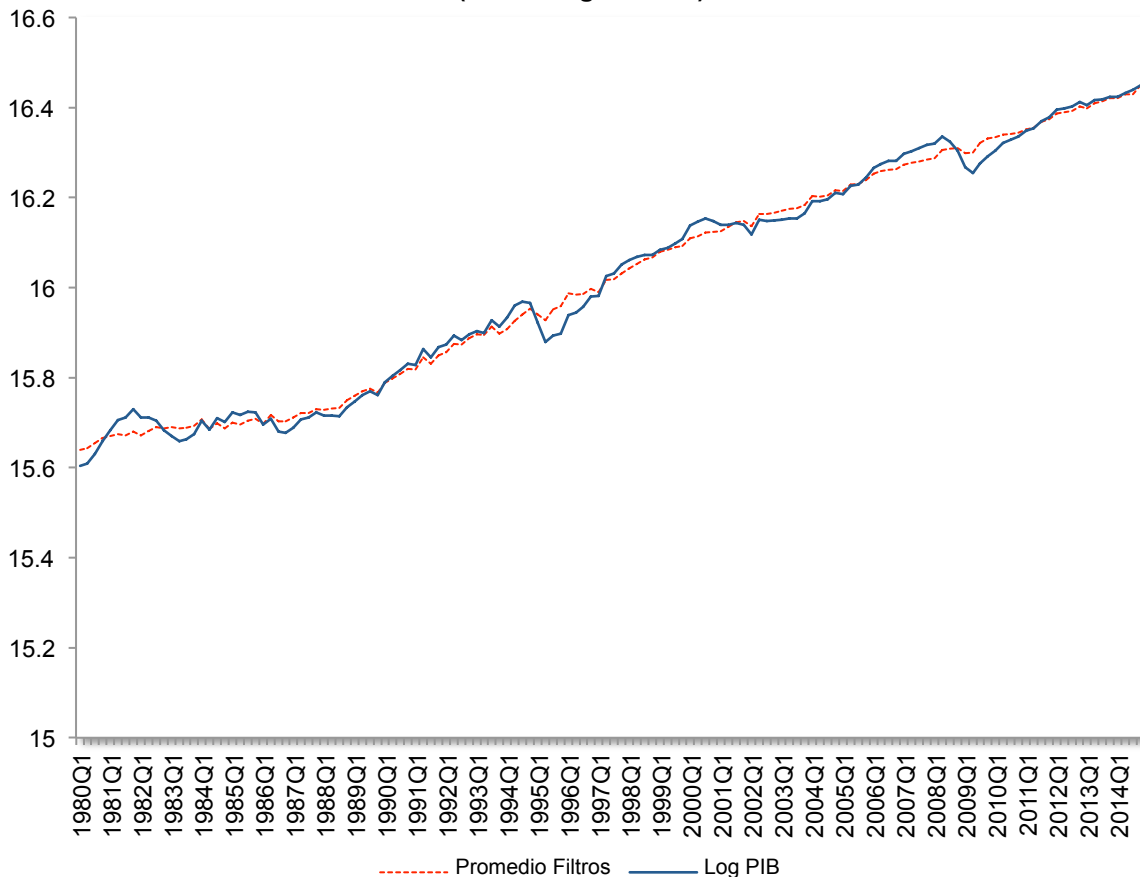
Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones

En la gráfica 15, se incluye un promedio de la técnicas de filtros univariados para el cálculo del PIB potencial, el cual muestra una trayectoria mayormente suavizada. Después de un larga depresión, en los años 80s se puede observar que la economía mexicana presentó una recuperación en su crecimiento, muy probablemente como consecuencia de las reformas estructurales que se aplicaron entre 1989 y 1994 (Loría y Salas, 2014), de manera que la economía mexicana creció por arriba de su nivel potencial; para después en 1995Q1 la economía experimentara la peor crisis a lo largo de su historia. Sin embargo, al poner en marcha el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), sumado con la expansión de la economía de Estados Unidos, condujo a un repunte de nuevo en la economía alcanzando la mayor tasa de crecimiento entre 1996 hasta el 2000, con un promedio de crecimiento en este periodo del 5% trimestral.

Para el año 2001, nuevamente el PIB de México se vio impactado por la burbuja tecnológica, el cual volvió a contraer la economía mexicana cerca -0.6% promedio en 2001, experimentando una lenta recuperación a mediados del 2005, para colocarse por arriba de su nivel potencial de crecimiento hasta la crisis del 2008.

Si bien se observa una ligera recuperación del producto entre 2010 y 2012, no se presenta el mismo fenómeno observado después de la crisis de 1995, tras a ver aplicado una serie de reformas, acompañadas con el notable crecimiento de los de Estados Unidos, lo que provocó que el producto volviera rápidamente a su senda de crecimiento de largo plazo, para entrar nuevamente en una fase expansiva; por el contrario, a raíz de la última crisis financiera se observa un lento crecimiento, a pesar de las reformas estructurales del 2013, presentando una trayectoria muy estable, con tendencia por debajo de su nivel potencial.

**Gráfico 15. PIB observado y Promedio Filtros
(escala logarítmica)**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

De acuerdo con la literatura económica de estudios sobre la economía mexicana, se observa que la desaceleración de México no es un hecho aislado, sino que se asocia a la misma dinámica en Estados Unidos. Loría y Salas (2014) aprecian que las variaciones en Estados Unidos tienen efecto en México con un retraso de entre uno y dos años. Acevedo (2009) identifica que las recesiones son 121.1% más largas que en Estados Unidos, en tanto que las expansiones son 46.8% más cortas.

Con base en las estimaciones del promedio del PIB potencial, por parte de los diferentes filtros se calculó la brecha del producto (ver cuadro 18). Como mencionamos anteriormente, la utilización de valores adelantados y rezagados por parte del filtro BK genera un resultado diferente al inicio de la muestra con signo negativo. Se puede observar que el filtro CO registra los valores máximos y mínimos desde 1985Q1 a 1999Q4; por otro lado el filtro CF registra los valores máximos y mínimos desde 2000Q1 a 2014Q4.

Si bien los valores reportados por las diversas técnicas de filtros presentan resultados muy similares en cuanto a magnitud y signo, la mayor diferencia se observa al final de la muestra por parte de los filtros CF y CO, los cuales presentan brechas negativas, aunque muy cercanas a cero. Todos los filtros coinciden que la mejor etapa del producto fue de 1990 a 1994, antes del estallido de la crisis cambiaria y de 2005 a 2009, antes de la crisis financiera que afectó de manera importante la trayectoria de largo plazo del producto.

Actualmente, se puede observar un moderado crecimiento con una brecha muy cerca de cero, lo cual indica que la economía está en su nivel óptimo de crecimiento, sin embargo, no se ha logrado una recuperación económica sostenible en el mediano plazo pasada la crisis del 2008, ya que presenta una tendencia así la baja.

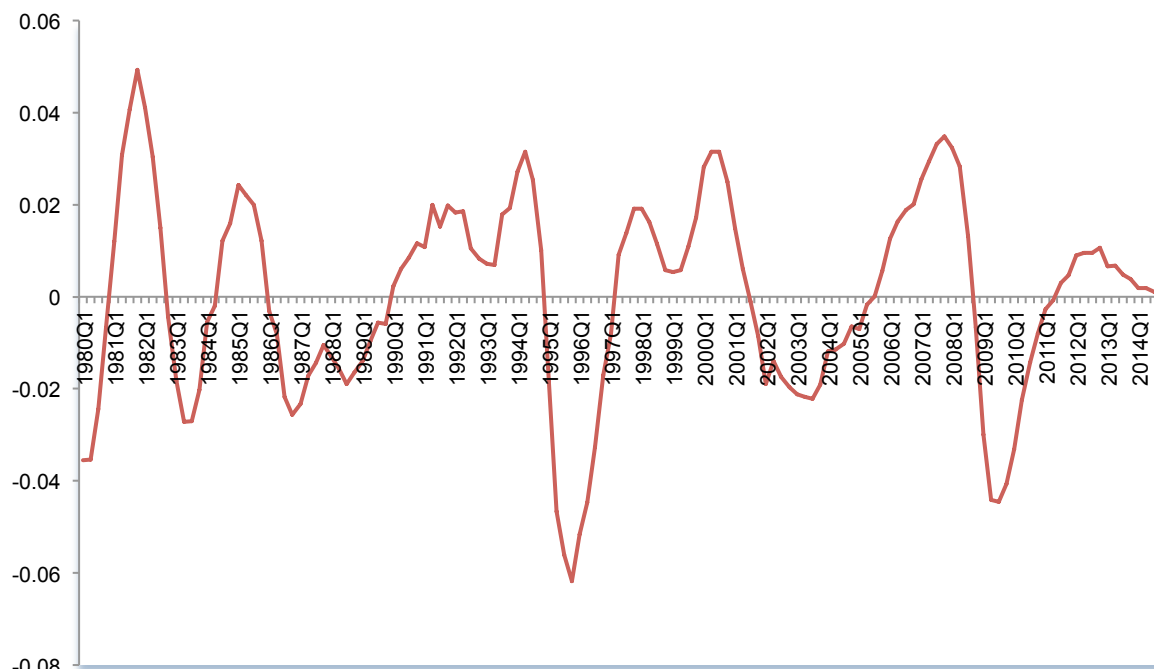
Cuadro 18. Estimación promedio de la brecha del PIB (porcentaje)

Periodo	HP	BK	CF	CO
1980Q1-1984Q4	0.09	-0.23	0.38	0.33
1985Q1-1989Q4	-0.59	-0.53	-0.55	-1.23
1990Q1-1994Q4	1.41	0.97	1.36	2.16
1995Q1-1999Q4	-1.02	-0.78	-0.75	-1.51
2000Q1-2004Q4	-0.23	-0.05	-0.83	-0.22
2005Q1-2009Q4	0.28	0.15	0.90	0.60
2010Q1-2014Q4	0.06	0.11	-0.19	-0.13

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Si bien existe cierto nivel de incertidumbre respecto a calcular el valor exacto de la brecha de producto en un momento determinado del tiempo, la ventaja de usar diferentes técnicas de estimación permite dar un sustento empírico sobre las tendencias de la economía (Catalán y Aquino, 2013), mediante un promedio simple de los filtros generamos una mejor aproximación de la brecha del producto, como ilustra la gráfica 16.

Gráfico 16. Brecha calculada Promedio de Filtros (porcentaje)



Fuente: Cálculos propios.

Como se puede observar en el cuadro 19, al incluir el promedio de todos los filtros; se reporta el ciclo más largo en 1985Q1 a 1994Q2 y el ciclo más corto es en 1998Q1 a 2000Q3. Loría y Salas (2014) identificaron del mismo modo 6 ciclos. Entre los periodos 1981Q4-1985Q3 (15 trimestres), 1985Q3-1994Q3 (36 trimestres), 1994Q3-1998Q1 (14 trimestres), 1998Q1-2000Q2 (9 trimestres), 2000Q2-2008Q2 (32 trimestres) y el último 2008Q2-2013Q4 (22 trimestres). Lo anterior, se puede observar en la similitud de los resultados en fechas y en amplitud, con la presente investigación con diferencia de entre un o dos trimestres, al igual que los valores reportados por Acevedo (2009).

La principal diferencia entre Loría y Salas (2014) y el presente investigación, es que al incluir la corrección al final de la muestra por St-Amant y van Norden (1997) ajustada por la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía, la cual genera la elevación del crecimiento respecto al observado. Por otro lado, al no incluir el ajuste al final de la muestra, Loría y Salas reporta un valor cercano a 0 de la brecha del producto, mientras con el ajuste reporta un valor de 4.38%, ubicando el último ciclo en 2013Q4; aunque hacia 2012Q4 se observa una cresta, posteriormente se detecta una caída y una recuperación en 2013. Cálculos

efectuados hasta 2012Q4 reportan una cresta histórica que sugeriría que desde 2013Q1 empezaría la fase recesiva. Sin embargo, la reestimación hasta 2013Q4 con el ajuste al final del periodo, muestra una leve recuperación que parece extenderse, por tal razón toma el ciclo hasta esa fecha. Este último resultado difiere del reportado en el presente trabajo, debido a que el último punto más alto lo localiza en el 2012Q4, para entrar después en una fase de caída de la producción.

El trabajo de Heath (2011:25-27) identifica los ciclos en México pero con series mensuales de 1980 a 2009. Al considerar lo que él llama “expansiones” identificamos cuatro ciclos, pero si consideramos las recesiones son seis ciclos.

Por parte de los periodos recesivos, Acevedo (2009) ubica 5 puntos críticos mínimos de 1980 a 2007, el primero en 1983Q2, 1988Q3, 1993Q2, 1995Q2 y 2003Q4. De acuerdo con algunos analistas de la literatura económica utilizan una regla empírica para determinar la fecha de inicio de las fases recesivas, la cual consiste en establecer el principio de éstas en el momento en que el PIB registra dos variaciones trimestrales negativas en forma consecutiva. Esta regla estuvo originalmente sustentada en la definición de recesión que dieron Burns y Mitchell (1946), quienes consideraron que una recesión era un episodio en el que la actividad económica y comercial, así como el empleo sufrían un declive generalizado durante más de tres meses. Si aplicamos esta regla para el caso México, de acuerdo con Acevedo (2009) identifica la existencia de seis recesiones, en lugar de cinco y no necesariamente en las mismas fechas que determina la brecha del producto. Esta regla identifica acertadamente la fecha de inicio de la crisis de 1995, sin embargo, no distingue la recesión de 1992; del mismo modo advierte el inicio de un progreso recesivo en 1988, porque no es capaz de reconocer que este proceso es parte de la recesión que comenzó en 1986; en 2001 y 2002, cuando la regla supone de dos recesiones, en lugar de identificar sólo una (de 2000Q4 a 2003Q4). Para las recesiones que iniciaron en 1982 y 2000, las fechas calculadas con la regla empírica tienen un rezago de dos trimestres respecto a lo señalado por la brecha del producto.

Loría y Salas (2014) encuentran los puntos críticos mínimos en las crisis económicas de 1995 y 2009 reportando valores muy parecidos de la brecha -6.48% y -6.36%, respectivamente, no obstante que las caídas del PIB fueron desiguales (-5.75% en 1995 y -4.7% en 2009), del mismo modo que en el presente trabajo se localizan las mismas fechas con valores de -6.1% y -4.4% respectivamente. Asimismo, Loría y Salas (2014) reportan tres valles en 1983Q3 (-2.98%), 1986Q4(-3.11%), y 2003Q3 (-2.11%), que corresponden a periodos recesivos, pero no de la misma magnitud que las crisis de 1995 y 2009. Del mismo modo en la presente investigación, localiza los valles en 1983Q2 (-2.7%), 1986Q4 (-2.5%), 2002Q1 (-1.9%), 2003Q3 (-2.2%), obsérvese que el único dato que difiere con Loría y Salas (2014), es el 2002Q1. El dato de 1980Q1 no lo considera como un valle, debido a que es cuando inicia la muestra del cálculo, es decir, lo considera como el punto de partida de la estimación.

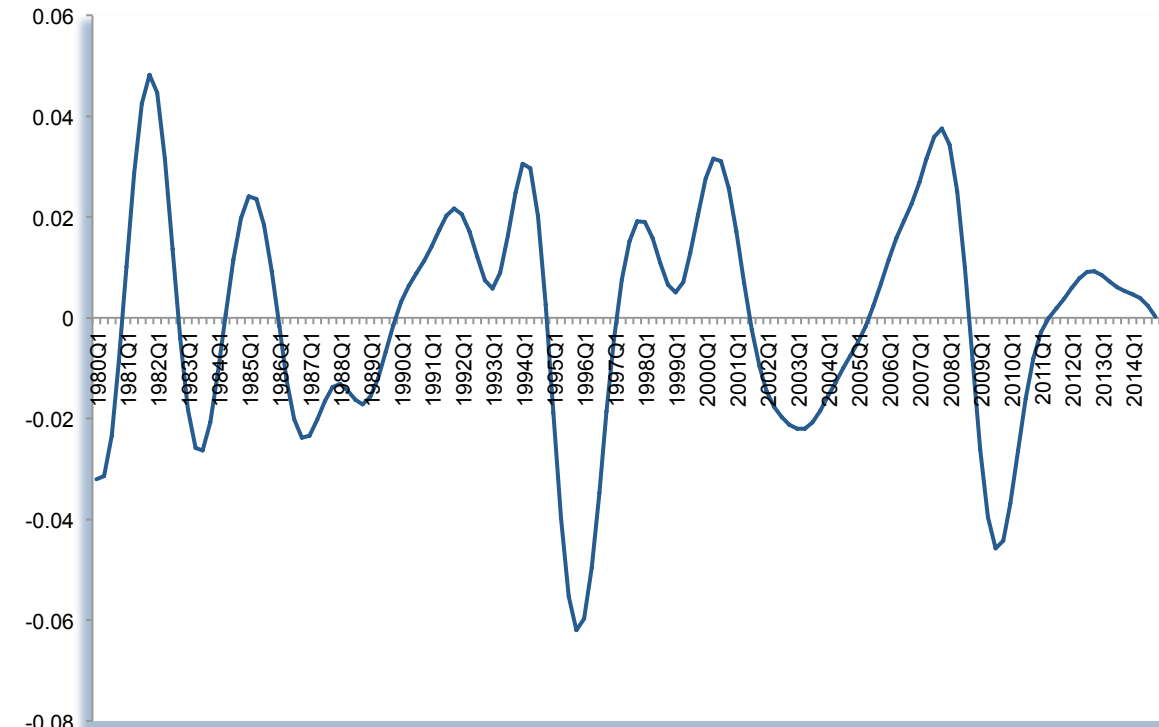
Cuadro 19. Ciclos económicos (Promedio Filtros)

Periodo (ciclos económicos)	Duración en trimestres
1981Q4-1985Q1	14
1985Q1-1994Q2	37
1994Q2-1998Q1	15
1998Q1-2000Q3	10
2000Q3-2007Q4	29
2007Q4-2012Q4	20

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Debido a que en los resultados del filtro HP y los demás filtros se observó una ligera discrepancia en cuanto al pequeño ciclo de 1991 a 1994 que no localiza el filtro HP y es más claro en los filtros CF y CO, se realizó un promedio sin incluir el filtro HP por la volatilidad que presenta (ver gráfica 17). Por lo que al no incluir el esté, se puede observar el pequeño ciclo económico de 9 trimestres, de acuerdo con la metodología del INEGI para localizar los ciclos económicos debe existir una diferencia de 21 meses (5.25 trimestres) de pico a pico, por lo que existen elementos suficientes para poder identificar este ciclo.

**Gráfico 17. Brecha calculada Promedio Filtros (sin filtro HP)
(porcentaje)**



Fuente: Cálculos propios.

Como mencionamos anteriormente, Acevedo (2009) encuentra un ciclo muy similar de 1985Q1 a 1992Q3 y de 1992Q3 a 1994Q4, muy parecido al que se reporta en el cuadro 14. Por otra parte, Loría y Salas (2014) identifican el ciclo más largo que abarca el periodo 1985Q3-1994Q3, poco después del estallido de la crisis de la deuda externa en 1982 y después de que 1984 y 1985 hubo un “rebote” del crecimiento, que es un fenómeno común después de fuertes caídas de la producción. Nuevamente en 1986, la economía mexicana cayó en una segunda crisis de deuda externa y de términos de intercambio que comenzó a corregirse en 1988Q4. Para el periodo de 1990Q1, la economía empezó una fase de expansión dentro de este largo ciclo que culminó, nuevamente, con otra crisis cambiaria y de deuda en 1994Q4. El segundo ciclo largo lo identificó en el periodo de 2000Q2-2008Q2 (32 trimestres), a diferencia del primer ciclo largo éste presenta menos variaciones; aunque hubo una larga recesión en 2001-2003 que tuvo efectos muy importantes en el aparato productivo, el producto volvió a entrar en una fase expansiva que culminó con la crisis financiera del 2009. Al incluir el ajuste al final de la muestra, localizó el último ciclo en 2013Q4. Por otro lado, la presente investigación localiza el final del ciclo en el año 2012, para después

entrar en una nueva fase recesiva, sin presentar cambios notables en el sistema productivo del país.

Cuadro 20. Ciclos económicos (Promedio Filtros sin filtro HP)

Periodo (ciclos económicos)	Duración (trimestres)
1981Q4-1985Q1	14
1985Q1-1991Q4	27
1991Q4-1994Q1	9
1994Q1-1997Q4	15
1997Q4-2000Q2	10
2000Q2-2007Q4	30
2007Q4-2012Q4	20

Fuente: Cálculos propios con base en las estimaciones realizadas.

Entre los grandes cambios que presenta al omitir el filtro HP, se evidencia este pequeño ciclo entre 1985 y 1994, que no se distingue claramente al incluir el filtro HP. Sin embargo, las demás fechas y duración son muy similares en los dos casos (con un trimestre de rezago en algunos puntos). Debido a que el ciclo económico es un componente no observable, es imposible determinar con certeza cuál es la mejor metodología para trazar el ciclo con entera precisión. Por lo tanto, la amplitud y longitud del ciclo económico estarán determinadas por la metodología que se emplee (Acevedo, 2009).

El Sistema de Indicadores Cíclicos del INEGI se basa en la metodología que utiliza la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual consiste en obtener los ciclos de cada componente³⁰ mediante la aplicación del filtro HP, una vez desestacionalizadas las series de valores atípicos.

El filtro HP, se aplica dos veces, una para calcular la tendencia de largo plazo, y así poder obtener el componente cíclico. Posteriormente se aplica por segunda vez el filtro a fin de eliminar la variabilidad de corto plazo en el componente cíclico obtenido previamente. Una vez que se cuenta con los ciclos suavizados de las variables, éstos se estandarizan³¹ con la finalidad de igualar la volatilidad entre ellas; finalmente, se obtiene el indicador cíclico correspondiente, mediante el

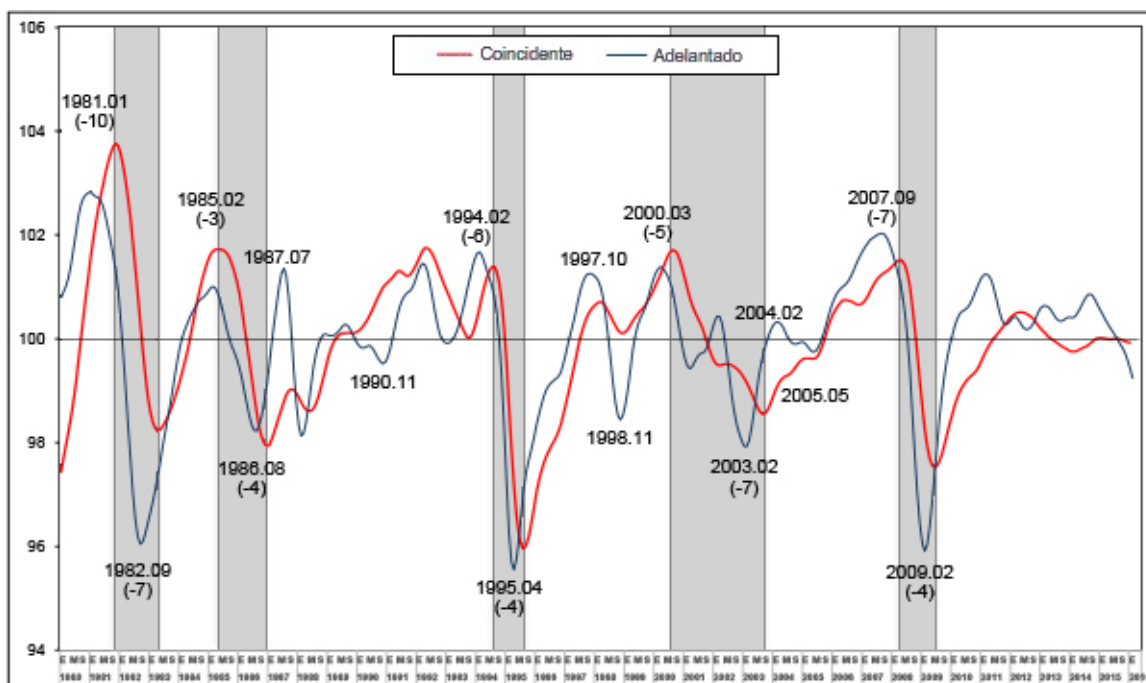
³⁰ Los componentes involucran el análisis de gran cantidad de series pertenecientes a los distintos sectores de la actividad económica debido a que en conjunto éstos deben cubrir a los distintos sectores. Por lo que deben de tener relevancia económica, frecuencia mensual, ser oportunos y de longitud considerable.

³¹ La estandarización se consigue restando de cada dato la media de la serie y dividiéndola por la media de las desviaciones absolutas; por último, se le agrega un 100 a cada dato estandarizado.

promedio de los cambios mensuales de sus componentes (en términos de ciclos suavizados estandarizados).

Mediante esta metodología el INEGI por parte de su Indicador Coincidente identifica 5 ciclos económicos (de cresta a cresta). El primer ciclo lo identifica en 1981Q1 a 1985Q1 (17 trimestres), el segundo de 1985Q1 a 1994Q1 (36 trimestres), el tercer ciclo de 1994Q1 a 1997Q4 (15 trimestres), el cuarto ciclo de 1997Q4 a 2000Q1 (9 trimestres) y el último de 2000Q1 a 2007Q3 (30 trimestres) (ver gráfica 18). Por lo que la mayor diferencia es el ciclo no reportado de 2007Q4 a 2012Q4, el cual la presente investigación lo identifica, sin embargo, los demás valores difieren entre 1 y 3 trimestres en fechas.

Gráfico 18. Ciclos económicos (INEGI)



Fuente: INEGI

Conclusiones

La técnica propuesta al inicio de la investigación mediante el uso de filtros univariados, permitió descomponer la serie de tiempo PIB, en sus componentes no observables (tendencia y ciclo). La tendencia obtenida por parte de los cuatro filtros nos da una buena aproximación acerca de la medida del producto potencial y a partir de esta obtener la brecha del producto, la cual es de vital importancia,

pues brinda un amplio panorama respecto a la fase del ciclo en la cual se encuentra la actividad económica. Del mismo modo, de manera retrospectiva, la brecha del producto permitió identificar la periodicidad y marcar las fases por las que atravesó la economía; y de esta manera brinda elementos importantes para el correcto diseño y orientación de las políticas económicas, por parte de las autoridades encargadas de ello.

Los principales resultados arrojados, una vez obtenida la brecha del producto, identifica fechas muy importantes para México. El análisis de *máximos locales* señaló los periodos 1981Q4 para los filtros HP, CF y CO; y 1982Q1 por parte del filtro BK como el de mayor crecimiento del PIB, por parte de los cuatro filtros. Otra fecha importante identificada por el filtro HP y BK es 1994Q3 y 1994Q2, respectivamente, ya que fue la segunda de mayor crecimiento. Por último, las fechas 2008Q2(HP), 2007Q4(BK), 2007Q4(CF) y 2007Q3(CO), para los filtros CF y CO las de segundo mayor crecimiento y las terceras para los filtros HP y BK. Sin embargo, la tercera para los filtros CF y CO fue el periodo de 2000Q2 para ambos.

El análisis de *mínimos locales* señaló al periodo de 1995Q2(HP), 1995Q4(BK), 1995Q4(CF) y 1996Q1(CO) con la mayor caída del producto; seguido de la última gran crisis reportada en 2009Q2 por parte del filtro HP y BK; y los periodos 2009Q3 y 2009Q4 por los filtros CF y CO, respectivamente, como la segunda mayor caída del producto a lo largo del periodo estudiado. Aunque en la literatura económica no se señala el periodo de 1980 por ser el inicio de la muestra, los filtros señalan estos valores como los terceros mínimos locales del periodo analizado: 1980Q2(HP), 1983Q3(BK), 1980Q1(CF) y 1980Q2(CO).

Los ciclos económicos reportados difieren mayor medida de acuerdo con la metodología de cada filtro. El filtro HP reporta seis ciclos, el filtro BK y CO reportan siete y el filtro CF reporta 8. La discrepancia registrada se debe a que los filtros de frecuencia identifican un pequeño ciclo, entre el periodo de 1985 a 1994 y por otro lado, el filtro HP registra todo el ciclo completo en este periodo. La diferencia entre el filtro HP y los otros filtros es que son muy *sensibles* al valor que se le de a la banda de fluctuación. Otra diferencia importante corresponde al filtro CF, ya que registra un breve ciclo entre 2012Q4 y 2014Q4, la cual los demás filtros no

registran. Del mismo modo, el filtro CO señala el final del último ciclo en 2013Q4, mientras que los demás filtros la identifican en el año 2012.

Para obtener una mejor aproximación del PIB potencial y brecha del producto se realizó un promedio simple de los 4 filtros, sobre la base de que la combinación lineal de pronósticos independientes produce un mejor estimador lineal insesgado (Catalán y Aquino, 2013). Esto permitió observar, que a lo largo del periodo estudiado, se han presentado seis ciclos económicos (cambio de cresta a cresta) y el más amplio de ellos, es de 1985Q1 a 1994Q2 y el menor de 1998Q1 a 2000Q3. Al omitir el filtro HP, debido a la volatilidad que presentaba, se registraron 7 ciclos y un ciclo intermedio, el cual abarca 1985Q1 a 1991Q4. Esta diferencia va a depender en mayor medida de los valores que se consideren para las bandas de fluctuación. Sin embargo, las fechas son muy similares (incluyendo o excluyendo el filtro HP) con diferencia de un trimestre en algunos periodos.

De acuerdo con estos resultados, la economía mexicana a lo largo de 1980Q1 a 2014Q4 registró una brecha igual a cero por parte del filtro HP y CO, el filtro CF arroja un valor de 0.04% y el filtro BK -0.04%; obteniendo el promedio de los cuatro filtros se registra un valor de 0.001%; el cual, de acuerdo con la literatura económica, no se está produciendo ni más ni menos de lo que sugiere el crecimiento sostenido y tendencial de la economía. Lo anterior pone en una “situación ideal” a la economía mexicana.

La tasa de crecimiento potencial³² (por parte del promedio de filtros) es muy sensible a la muestra que se tome. En intervalos de cuatro años los valores oscilan entre 1.1% y 3.4%, en intervalos de 7 años oscilan entre 1.1% y 3%, en intervalos más grandes oscilan entre 1.1% y 2.8%, y en intervalos de dos años, oscilan entre 0.5% a 3.5%. De manera separada, en intervalos de dos años, el filtro HP registra valores entre 0.5% y 3.9%; el filtro BK entre 0.4% y 4.5%; el filtro CF entre 0.3% y 3.5%, y por último el filtro CO entre 0.8% y 4.0%; en su conjunto se estimó una tasa de crecimiento potencial promedio entre **2.3%** y **2.4%** para 1980Q1 a 2014Q4.

³² Para el promedio de los filtros, se omitieron los primeros valores de los intervalos del filtro BK debido a la pérdida de información al inicio de la muestra.

La evidencia empírica muestra un crecimiento potencial entre 0.6% a 4.4%. Las depresiones que afectaron negativamente la trayectoria del producto notablemente fueron las fechas de 1983, 1986, 1995, 2003, 2009. Con respecto a las fases expansivas, coinciden en los periodos de 1981, 1985, 1994 y 2000. Siendo la década de los 90's el mejor comportamiento del PIB potencial, y a finales del año 2000 se observa una clara desaceleración del producto. Al efectuar el promedio de filtros los resultados reportados en la presente investigación difieren a lo más entre 1 ó 2 trimestres con él de otros trabajos. Dado que los datos empíricos coinciden con los resultados obtenidos que podría asumir que las técnicas de filtros univariados son efectivas para obtener una medida consistente del PIB potencial brecha del producto.

Finalmente, la aplicación de las reformas estructurales aprobadas en el año 2013 no han tenido el alcance que se esperaba, ya que en los resultados obtenidos se observa una pendiente negativa del producto, a partir del año 2012Q4. La crisis del 2008, con su punto más bajo en el 2009, ha marcado la pauta de un crecimiento lento, sin grandes cambios, y sin el efecto, que se esperaba que tuvieran las reformas económicas en México. En consecuencia, se plantean retos importantes para los hacedores de la política fiscal y monetaria, la correcta coordinación entre éstas es de vital importancia para el crecimiento del Producto Interno Bruto, ya que de seguir con las mismas condiciones económicas actuales, sin cambios en el aparato productivo, se espera un crecimiento demasiado lento hasta finales del 2016, para después entrar en una fase de crecimiento por debajo de su tasa potencial.

Bibliografía.

- Acevedo, C. (2003), "Crecimiento económico en El Salvador durante el siglo XX", Serie de Estudios Económicos Sectoriales, RE2-03-2003, agosto 2003, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Acevedo, C. F. E. (2009), "PIB potencial y productividad total de los factores Recesiones y expansiones en México", economía mexicana Nueva Época, vol. XVIII, núm. 2, pp. 175-219.
- Acevedo, C. IMF et. al. (2001), "Potencial GDP in Mexico", Mexico Selected Issues, IMF Country Report, no. 01/1991, Fondo Monetario Internacional.

- Baxter M. Y R. G. King (1999), "Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic times series", *The Review of Economics and Statistics*, 81(4): 575-593.
- Beveridge, S. y C. R. Nelson (1981), "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle", *Journal of Monetary Economics*, 7.
- Burns, A.F. y W.C. Mitchell (1946), "Measuring Business Cycles, NBER Books.
- Branson, William (1985), *Macroeconomic Theory and Policy*, Nueva York, Harper and Row Publishers.
- Cabrera M. O. (2003), "Cómo crecer más rápido: El papel de la eficiencia económica como una explicación de las diferencias regionales de productividad total de los factores", Documento de trabajo No. 2003-02, Banco Central de Reserva de El Salvador.
- Campell, J. y N. G. Mankiw (1987), "Permanent and Transitory Components in Macroeconomic Fluctuations", *American Economic Review*, 77(2), pp.11-117.
- Catalán H. y Aquino L. A. (2013), "Estimación del PIB y la Brecha del Producto: una evaluación empírica para el caso del El Salvador". *Documentos Ocasionales* ISSN 1813-6494, Banco Central de Reserva de El Salvador.
- Cogley, Timothy y Nason, James (1995), "Output dynamics in Real-Business-Cycle Models. *American Economic Review*, vol.85.
- Cogley, T. y J. M. Nason (1995), "Effects of the Hodrick-Prescott Filter on Trend and Difference Stationary Time Series Implications for Business Cycle Research", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(1): 253-278.
- Cooley, Thomas F. and Prescott, Edward C. (1995), "Economic growth and business cycles" Cooley, Thomas (ed) *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Christiano L. C. y T. J. Fitzgerald, (2003), "The Band Pass Filter", *International Economic Review*, Department of Economics, vol. 44(2), pp. 435-465, 05.
- Corbae, Dean, Sam Ouliaris y Peter C. B. Phillips (2002). "Band Spectral Regression with Trending Data". *Econometrica*, Econometric Society, vol. 70(3), pages 1067-1109, May.
- Corbae, Dean y Sam Ouliaris (2006). "Extracting Cycles from Nonstationary Data", en *Econometric Theory and Practise: Frontiers of Analysis and Applied Research*. Editado por Dean Corbae, Steven N. Durlauf y Bruce E. Hansen. Cambridge University Press, pp.328.
- Cortez, J. (2008), "Desestacionalización X-12 ARIMA-con efecto calendario, índice supermercados, Estudios INE, núm. 12, Chile.
- Flores, M. (2000), "El filtro Baxter-King, Metodología y Aplicaciones", Documento de Investigación DIE-NT-01-2000, Banco Central de Costa Rica.
- Giorno, Claude et al. (1995), "Potencial Output, Output Gaps and Structural Budget Balances", *OECD Economics Studies*, 24.

- Grenander, U. y M. Rosenblatt (1957), "Statistical Analysis of Stationary Time Series. *New York: Wiley.*
- Guay, A. y P. St-Amant (1996), "Do Mechanical Filters Provide a Good Approximation of Business Cycles? *Technical Reports, núm. 78*, Bank of Canada.
- Guerrero, V. (2011), "Medición de la tendencia y el ciclo de una serie de tiempo económica desde una perspectiva estadística, *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 2(2):50-73.
- Harvey, A.C. y A. Jaeger (1993). "Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle, *Journal of Applied Econometrics*, 8(3): 213-247.
- Hodrick, R.J. y E.C. Prescott (1997), "*Postwar US business cycles: An empirical Investigation*", *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29(1), 1-16.
- Johnson C. A. (2013), "Potencial Output and Output Gap in Central America, Panama and Dominican Republic," *IMF Working Paper WP/13/145*, International Monetary Fund.
- King, R.G. y S.T. Rebelo (1993). Low Frecuency Filtering and Real Business Cycles, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 17(1): 207-231.
- King, Robert G. and Plosser, Charles (1984) "Money, credit and prices in a real business cycle", *American Economic Review*, vol. 78.
- King, Robert y Plosser , Charles "Real business cycles and the test of the Adelmans" *Journal of Monetary Economics*, vol. 33.
- King, Robert y Rebelo, Sergio (1993) "Low frequency filtering and real business cycles", *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 17.
- Long, John B., Jr. and Plosser, Charles I. (1983), "Real Business cycles" *Journal of Political Economy*, vol. 91.
- Loría E. y E. Salas (2014), "Ciclos, Crecimiento Económico y Crisis en México, 1980.1-2013.4", *Estudios Económicos*, vol.29, núm.2, pág. 131-161.
- Loría, E., M. Ramos y L. de Jesús (2008), "Producto potencial y ciclos económicos en México", 1980.1-2006.4, *Estudios Económicos*, 23(1): 25-47.
- Lucas, Robert E. Jr. (1987), "Models of Business Cycles". Basil Blackwell, London.
- Lucas, R.E. Jr. (1997), "Understanding Business Cycles, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 5:7-29.
- Mankiw, N. Gregory (2003): *Macroeconomics*, Worth Publishers, 5th edition.
- Maravall, A. y A. del Río (2007), Temporal Aggreation, Systematic Sampling, and the HodrickPrescott Filter, *Computational Statistics and Data Analysis*, 52(2): 975-998.
- Mejía, P. y A. Erquizio (2012), "Expansiones y recesiones en los estados de México", UNISON-UAEM-Pearson.
- Mitchell, Wesley (1956), "Los ciclos económicos". Haberler, G. (editor) (1956).
- Padilla, A.E. (1967), "Ciclos económicos y política de estabilización", siglo XXI, México.

- Ramírez de León, F. (2012), “Modelos de Estimación de la Brecha de Producto: Aplicación al PIB de la República Dominicana-2, Serie de Estudios Económicos No. 6, Banco Central de la República Dominicana.
- Romer, C. (1994), “Remeasuring Business Cycles”. *Journal of economic History*, vol. 54.
- Romer, D. (2006) *Advanced Macroeconomics*, 2da. ed., McGraw Hill.
- Sarabia, A. (2010), “El problema al final de la muestra en la estimación de la brecha del producto, *Economía Mexicana*, 19(1): 5-29.
- Schumpeter, Joseph (1956), “Análisis del cambio económico”. Haberler (editor) (1956).
- Slutsky, Eugen (1937), “The summation of Random causes as the source of cyclic processes”. *Econometrica*.
- Solow, Robert M. (1987) “Growth theory: an exposition. Oxford University Press, Oxford.
- St-Amant, P. y S. van Norden (1997), “Measurement of the Output Gap: A Discussion of Recent Research at the Bank of Canada”, Bank of Canada.
- Stadler, G. W. (1994) “Real business cycles” *Journal of Economic Literature*, vol.32.
- US Census Bureau (2009), *X-12-ARIMA. Reference Manual. Version 0.3*, Washington.
- Wada, T. y P. Perron (2006), “An Alternative Trend-Cycle Decomposition using a State Space Model with Mixture of Normals: Specifications and Applications to International Data”, Boston University.
- Watson, Mark W. (1986), “ Univariate Detrending Methods with Stochastic Trends”, *Journal of Monetary Economics*, 18.
- Wicksell, Knut ([1907], 2001), “A new theory of crises” *Structural change and economic dynamics*, vol. 12.

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1. PIB SIN AJUSTE ESTACIONAL (PRECIOS CONSTANTES).....	14
GRÁFICO 2. PIB CON AJUSTE ESTACIONAL (PRECIOS CONSTANTES)	16
GRÁFICO 3. PIB OBSERVADO Y FILTRO HP $\lambda=1600$	36
GRÁFICO 4. PIB OBSERVADO Y FILTRO HP $\lambda=1096$	37
GRÁFICO 5. FILTRO HP CON $\lambda=1096$ Y $\lambda=1600$	37
GRÁFICO 6. BRECHA DEL PRODUCTO CON VALORES DE $\lambda=1096$ Y $\lambda=1600$ (FILTRO HP).....	38
GRÁFICO 7. PIB OBSERVADO Y FILTRO BK (8 REZAGOS)	41
GRÁFICO 8. PIB OBSERVADO Y FILTRO BK (12 REZAGOS)	42

GRÁFICO 9. FILTRO BK CON 8 Y 12 REZAGOS	42
GRÁFICO 10. BRECHA DEL PRODUCTO CON VALORES DE 8 Y 12 REZAGOS (FILTRO BK)	43
GRÁFICO 11. PIB OBSERVADO Y FILTRO CF	46
GRÁFICO 12. BRECHA DEL PRODUCTO (FILTRO CF)	47
GRÁFICO 13. PIB OBSERVADO Y FILTRO CO.....	50
GRÁFICO 14. BRECHA DEL PRODUCTO (FILTRO CO)	51
GRÁFICO 15. PIB OBSERVADO Y PROMEDIO FILTROS	59
GRÁFICO 16. BRECHA CALCULADA PROMEDIO DE FILTROS	61
GRÁFICO 17. BRECHA CALCULADA PROMEDIO FILTROS (SIN FILTRO HP)	64
GRÁFICO 18. CICLOS ECONÓMICOS (INEGI)	66

Índice de Cuadros

CUADRO 1. MÁXIMOS LOCALES (FILTRO HP)	39
CUADRO 2. MÍNIMOS LOCALES (FILTRO HP).....	39
CUADRO 3. CICLOS ECONÓMICOS (FILTRO HP).....	40
CUADRO 4. MÁXIMOS LOCALES (FILTRO BK)	44
CUADRO 5. MÍNIMOS LOCALES (FILTRO BK)	45
CUADRO 6. CICLOS ECONÓMICOS (FILTRO BK).....	45
CUADRO 7. MÁXIMOS LOCALES (FILTRO CF).....	48
CUADRO 8. MÍNIMOS LOCALES (FILTRO CF)	49
CUADRO 9. CICLOS ECONÓMICOS (FILTRO CF)	49
CUADRO 10. MÁXIMOS LOCALES (FILTRO CO).....	52
CUADRO 11. MÍNIMOS LOCALES (FILTRO CO)	54
CUADRO 12. CICLOS ECONÓMICOS (FILTRO CO)	55
CUADRO 13. COMPARACIÓN FILTROS (MÁXIMOS LOCALES).....	55
CUADRO 14. COMPARACIÓN FILTROS (MÍNIMOS LOCALES)	56
CUADRO 15. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL PIB POTENCIAL.....	57
CUADRO 16. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL PIB POTENCIAL.....	57
CUADRO 17. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL PIB POTENCIAL.....	58
CUADRO 18. ESTIMACIÓN PROMEDIO DE LA BRECHA DEL PIB	60
CUADRO 19. CICLOS ECONÓMICOS (PROMEDIO FILTROS).....	63
CUADRO 20. CICLOS ECONÓMICOS (PROMEDIO FILTROS SIN FILTRO HP)	65