
**APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESPECTRAL DE SERIES
TEMPORALES AL MODELO TRICÍCLICO DE SCHUMPETER**
Un análisis no riguroso al Ciclo Económico Colombiano 1906–2009

Por: Víctor David Jaramillo Mejía¹

Es propio de los mercados de inversión organizados que, cuando el desencanto se cierne sobre uno demasiado optimista y con demanda sobrecargada, se derrumben con fuerza violenta, y aun catastrófica, bajo la influencia de los compradores altamente ignorantes de lo que compran y de los especuladores, que están más interesados en las previsiones acerca del próximo desplazamiento de la opinión del mercado, que en una estimación razonable del futuro rendimiento de los bienes de capital.

J. M. Keynes

RESUMEN

Este documento presenta la aplicación del análisis espectral como herramienta macro econométrica al Ciclo Económico Colombiano. Así se busca determinar el ajuste del mismo al modelo tricíclico de Schumpeter. Para esto se procederá, en primera instancia, a desarrollar los aspectos teóricos y matemáticos relacionados con los conceptos de ciclo económico, hipótesis de los componentes subyacentes, modelo tricíclico y análisis espectral; luego, se trabajara estadísticamente mediante la aplicación del Filtro Hodrick-Pescott y la función Tramo/Seats, la serie temporal del PIB Colombiano suministrada por GRECO², para determinar la tendencia, el ciclo

-
1. Economista Grado de Honor, Egresado Distinguido, Universidad de Nariño. Con estudios de Economía Aplicada y Estadística de la Universidad Central de Quito. Docente Universitario. Director Centro de Investigación Económico y Social de Ipiales. mailto: victorjaramillo48@hotmail.com
 2. Grupo de Estudios del Crecimiento Económico (GRECO).

y la irregularidad de la variable. Adicionalmente se generarán los periodogramas que determinarán las frecuencias con que se cumplen los diferentes ciclos económicos en Colombia. Finalmente se complementará el trabajo con el análisis de hechos estilizados que permitirán observar la correlación y volatilidad de algunas variables económicas con el ciclo de largo plazo.

Clasificación JEL: C22, E32

Palabras claves: Ciclo económico, Hipótesis de los Componentes Subyacentes, Modelo tricíclico de Schumpeter, Análisis Espectral, Hechos Estilizados.

ABSTRACT

This paper presents the application of a spectral analysis as a macro-econometric tool the Colombian Economic cycle In order to find out if it fits into the Schumpeter's tricyclic model. First of all it is necessary to develop theoretical and mathematical aspects related to concepts of business cycle, underlying components, Schumpeter's tricyclic model and spectral analysis. Later the statistical work to the time series Colombian GDP provided by GRECO, by applying the Hodrick-Pescott and function Tramo/Seats, to determine the trend, cycle and the irregular variable, additionally the periodogram will be created to determine the frequency with which they meet the different cycles in Colombia. Finally, complement the work with the analysis of stylized facts that will enable correlation and volatility of economic variables in long-term cycle.

JEL Classification: C22, E32

Key words: Business Cycle, Underlying Components, Schumpeter's Tricyclic Model, Spectral Analysis, Stylized Facts.

INTRODUCCIÓN

La existencia de variaciones en la producción de los países es un factor del cual la humanidad ha sido consciente desde hace muchos siglos. El hombre ha presenciado la existencia de periodos de expansión y contracción, entendiendo que este factor, propio del mundo, tiene una regularidad temporal. Los antiguos egipcios ya consideraban como un factor estructural de su economía el desbordamiento anual del río Nilo, aspecto que los llevó a desarrollar sistemas eficientes para contrarrestar las inundaciones; el Génesis (Primer Libro de la Biblia) también evidencia la existencia del ciclo cuando contempla los periodos de siete años de abundancia y siete años de escasez. No obstante, fue a partir del siglo XIX que economistas como Moore, Juglar, Jevons, Kondratieff, Cassel, Keynes, entre otros, dedicados

al estudio de la información estadística advirtieron una periodicidad en las ondas económicas.

En la actualidad, Gobiernos y Academias son conscientes de esta realidad, analizan todo tipo de cambios económicos, tecnológicos, ambientales, culturales, demográficos, etc., para poder pronosticar eficientemente las variaciones en el entorno comercial de una nación, perturbaciones que de ser evidenciadas anticipadamente permitirían tomar las medidas más eficientes para mantener el auge del ciclo o atenuar el tamaño de la crisis.

Este documento busca desarrollar un ejercicio simple de la macroeconomía mediante la aplicación de la técnica de análisis espectral de series temporales al PIB de una nación para determinar el nivel de relación existente entre la ola del mismo y el llamado “modelo tricíclico de Schumpeter”, teoría que a través de los años ha sido considerada una hipótesis importante para el análisis de las economías debido a su búsqueda de la periodicidad que puede convertirse en pronóstico; para esto se someterán las estadísticas de GRECO sobre el PIB Colombiano al análisis mediante los software E-views 7 y PASW Statistics 18. Al finalizar se buscará, mediante el análisis de la evidencia empírica y algunas conclusiones, determinar la volatilidad y correlación del ciclo económico con las variables de oferta y demanda, además de establecer si el ciclo económico Colombiano se ajusta al modelo schumpeteriano.

CICLO ECONÓMICO

Por mucho tiempo el ciclo económico fue equívocamente considerado como una suave curva en forma de “S”. Actualmente, ya se entiende que el ciclo puede tener muchas formas, menos la de una curva senoide debido a que esta gráfica nunca demostrará la volatilidad real existente en el mercado.

Así, el ciclo económico puede definirse como “una abstracción en la que se manifiesta la sucesión de dos etapas: una ascendente, de expansión o crecimiento, hasta que el valor de la variable alcanza un máximo o un pico, seguida de otra etapa descendente, de contracción o estancamiento, hasta que ese mismo valor llega a un mínimo o valle. Así, mientras que un pico indica la transición de la fase ascendente a la descendente, un valle refleja la transición opuesta” (CEPLAN, 2009:10).

En este sentido, la forma más adecuada de representación del ciclo puede ser “W”, debido a que permite observar los movimientos bruscos del mercado que derivan en una mayor incertidumbre de los agentes económicos y que finalmente generan los efectos de histéresis en las diferentes variables del sistema.

Una aproximación más formal a la representación del ciclo económico se consigue mediante la utilización de la ecuación mixta del método de “la hipótesis de los componentes subyacentes” de una variable temporal (X_t) que admite al menos en inicio³, una descomposición sencilla en componentes ortogonales: Tendencia (T_t), Ciclo (C_t), Estacionalidad (E_t), Irregularidad (I_t) y Efectos de calendario (EC_t), de la siguiente manera:

$$X_t = T_t * C_t + E_t + I_t + EC_t \quad \text{donde,}$$

Tendencia (T_t): Está asociada a las oscilaciones de larga duración cuyo periodo es superior a 12 años. Ejemplo: Progreso técnico, evolución del stock de capital físico, nivel, composición y cualificación de la fuerza de trabajo, innovaciones, etc.

Ciclo (C_t): Este componente se caracteriza por oscilaciones entre 2 y 12 años. Esta clase de movimientos pueden ser conceptualizarse como una respuesta de los agentes económicos al movimiento de las variables microeconómicas.

Estacionalidad (E_t): Se refiere al movimiento periódico de duración inferior a un año, y está determinado por factores climáticos e institucionales que evolucionan en forma suave.

Irregularidad (I_t): Denominado también Ruido Blanco, son los movimientos impredecibles que distorsionan la relación lineal entre el X_t y sus componentes estructurales, de duración inferior a un año.

Efectos de calendario (EC_t): Son los movimientos asociados con el ciclo semanal. Ejemplo: variaciones en los mercados bursátiles.

MODELO TRICÍCLICO DE SCHUMPETER

En 1939, Joseph Schumpeter publica su libro, *Business Cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the Capitalist process*, obra en la cual se expone por primera vez la existencia de un esquema de tres ciclos armónicos entre si y diferenciados por su frecuencia (duración) y amplitud (tamaño), esta teoría a la cual denomino “modelo tricíclico” nace en un contexto dentro del cual algunos autores ya habían identificado diversos ciclos económicos, factor que le permite al autor investigar sobre tres en específico, sin que esto signifique que otras teorías no sean válidas para su estudio.

3. Es importante aclarar que la ecuación mixta utilizada para expresar la composición del ciclo económico es simplemente informativa, debido a que la manera más adecuada de aplicar el método de “hipótesis de los componentes subyacentes” al PIB es bajo el modelo UCARIMA que permite la descomposición de tipo multiplicativo de los componentes ortogonales de las series temporales.

Así, Schumpeter identifica tres ciclos económicos, 1. Ciclo de onda larga o ciclo de Kondratieff; 2. Ciclo de mediano plazo, ciclo comercial o ciclo de Juglar; y 3. Ciclo de corto plazo o ciclo de Kitchin.

1. Ciclo de Onda Larga (Ciclo de Kondratieff)

Gran parte de la investigación de Nikolai Kondratieff se concentra en el análisis de las tasas de interés, la producción de carbón, los precios de los *commodities*, el comercio exterior y los salarios. Sus estudios basados en estadísticas de finales del siglo XVIII hasta principios del siglo XX, le permitieron determinar que las fluctuaciones de largo plazo eran una característica inherente al sistema capitalista, aspecto al que denomino “regularidad de los ciclos”⁴. No obstante, también aclara que la regularidad en muy pocas ocasiones se puede observar de manera estricta en el análisis de variables económicas y sociales, por lo cual manifiesta que la duración de las olas podría durar entre 54 y 60 años de principio a fin. La primera onda que identificó fue de 1789 a 1849, la segunda fue de 1849 a 1896 y la tercera de 1896 y predijo que culminaría en 1930. Por lo tanto indicó con precisión la crisis de los 30’s (OWEN y GRIFFITHS, 2008; 21).

2. Ciclo de Mediano Plazo (Ciclo Comercial o Ciclo de Juglar)

Clement Juglar basa sus investigaciones en la tasa de interés y los precios en la década de 1860, esto le permite establecer que los ciclos económicos no son eventos accidentales, sino que tienen que ver con la actividad comercial, industrial y financiera. Establece que cada ciclo tiene una frecuencia entre 6 y 10 años (OWEN y GRIFFITHS, 2008; 20).

3. Ciclo de Corto Plazo (Ciclo de Kitchin)

Joseph Kitchin, establece que el ciclo económico tiene una duración de 40 meses. Sus estudios basados en la información estadística de Estados Unidos e Inglaterra desde 1890 a 1922, busca reflejar el ciclo de abastecimiento y desabastecimiento de existencias en los inventarios de las empresas, aunque posteriormente esta teoría se comienza a asociar a los cambios de gobierno en los países, y como resultado se amplía su frecuencia a 48 y 51 meses (Schumpeter, 1939; 22).

Así, establecidas las teorías económicas que harán parte de su modelo, Schumpeter establece que aunque la rigidez en la periodicidad de las ondas no es obligatoria, si se puede observar que una onda de Kondratieff puede tener 5 o 6 Ciclos de Juglar, cada ciclo de Juglar puede contener 3 o 4 ciclos

4. La regularidad de los ciclos establece la existencia de repetición en el tiempo, similitud y simultaneidad de diferentes series de datos y manifestación internacional.

de Kitchin. A la vez identifica la existencia de dos aspectos inherentes al ciclo económico, por un lado las “tendencias seculares” entendidas como tendencias de largo plazo que podrían durar un poco más de una generación y reflejan las innovaciones en los estilos de vida y cambios demográficos, y por otro la “destrucción creativa”⁵ entendida como una dinámica transformista de corto y mediano plazo, y que busca la evolución de una empresa vieja e improductiva, a una empresa moderna y dinámica.

En su conjunto, los ciclos económicos, las “tendencias seculares” y la “destrucción creativa”, concluyen la teoría schumpeteriana del modelo Tricíclico.

Finalmente, es importante establecer que si bien las frecuencias de cada una de las partes que conforman la teoría estudiada se encuentran estandarizadas; la innovación, la dinámica del mecanismo económico y la globalización son las fuentes de los auges en los ciclos, por lo tanto las duraciones de los mismos pueden tener un mínimo de error al aplicarlo en un país en específico.

ANÁLISIS ESPECTRAL⁶

Desde hace 60 años, el análisis espectral se ha constituido en una herramienta muy importante de análisis de variables macroeconómicas, no obstante, esto no implica que sea una herramienta de predicción, simplemente ayuda a pronosticar e inspeccionar los fenómenos cíclicos de una serie temporal.

En inicio las series de tiempo pueden ser divididas en corto, mediano y largo plazo. Estas tres partes son asociadas a movimientos de evolución lenta (la tendencia), un oscilante más rápido (el ciclo) y una onda de duración más corta (la estacionalidad), que sumados a la irregularidad y los efectos calendarios, permiten mantener la teoría de “la hipótesis de los componentes subyacentes”. Estos componentes que pueden ser utilizados para cualquier serie temporal a menudo tienen problemas puntuales para ser identificados y por lo tanto no permiten generar un análisis de la estacionalidad real de la serie. Este factor obliga a muchos econométricos a alisar o suavizar el ciclo económico mediante diversas técnicas como el de medias móviles, así

-
5. Según Schumpeter la destrucción creativa es un proceso esencial del sistema capitalista dentro del cual se observa como las empresas improductivas y antiguas son obligadas a salir del mercado debido a su ineficiencia observable en la subutilización del potencial económico, esto repercute en un mayor desempleo. Sin embargo, la liberación de la mano de obra se puede reacomodar posteriormente en empresas más productivas e innovadoras generando un mayor desarrollo comercial.
 6. Es importante aclarar al lector que la explicación Matemática no es la naturaleza de este documento, razón por la cual simplemente se buscará referenciar algunas ecuaciones claves que identifican el manejo del análisis espectral de series de tiempo en variables económicas, sin que esto signifique una demostración rigurosa de la teoría de Fourier.

buscando eliminar los componentes de irregularidad y efectos calendario que infieren en los movimientos de mediano y largo plazo. Aunque en teoría no se puede considerar un mal procedimiento, estos métodos no ofrecen una descomposición formal del ciclo, de manera que bajo estos parámetros el hablar de una estacionalidad de la ola se convierte en un error técnico, sin embargo, estos procedimientos se pueden convertir en un puente para la utilización de otras técnicas de análisis cíclico, como la de Jean Baptiste Fourier⁷ que permita descomponer una onda periódica y así posibilitar un análisis más adecuado.

En principio se identifica una función de autocorrelación, que representa las series temporales de una serie estacionaria.

$$P_k = \text{corr}(x_t, x_{t-k}) = \gamma_k / \gamma_0 ;$$

Donde, γ_k es la covarianza entre x_t, x_{t-k} , que aplicando el teorema de Wiener–Khintchine sobre la distribución espectral $F(\omega)$ a través de la representación espectral de γ_k se encuentra

$$\gamma_k = \int_0^\pi \cos \omega k dF(\omega) ; k = 0,1,2, \dots, n$$

En la que:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \omega \leq 0 \\ \alpha_\omega \gamma_0, & \omega \in (0, \pi) \\ \gamma_0 = \sigma_\alpha^2, & x \geq 0 \end{cases}$$

Así, α_ω es la proporción de la varianza $\gamma_0 = \sigma_\alpha^2$ de la serie que es explicada por la frecuencia en el intervalo $0[\omega]$; en la representación de x_t .

Por otra parte, El teorema de Wold que complementa la demostración, justifica la utilización del modelo ARMA⁸ para representar un modelo estacionario, establece que la función de distribución espectral $F(\omega)$ se

7. El análisis de densidad espectral se basa principalmente en la teoría de Fourier, la cual establece la existencia de una “transformada discreta” $U(k) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u(j)e^{-i2\pi jk/N}$, que permite observar en una onda una serie finita $u(j)$, la longitud $T = N\Delta t$, donde N es igual al número de datos y Δt igual a la periodicidad del muestreo, la frecuencia $\nu_k = k/(N\Delta t)$ y el tiempo $t_j = j\Delta t$ donde k puede tomar valores de 0 ó 1 y $j = 0, \dots, n-1$.

8. El modelo autorregresivo de media móvil (ARMA) permite modelar el componente aleatoria estacionario (ruido blanco y efectos calendario) de una variable para que el correlograma de la serie esté determinado por la tendencia y no por la autocorrelación en el componente aleatorio de la serie.

descompone en dos partes, siempre y cuando la serie temporal x_t contenga un componente determinista

$$F(\omega) = F_1(\omega) + F_2(\omega)$$

Siendo $F_1(\omega)$ la función continua relacionada con la parte aleatoria de la serie, mientras $F_2(\omega)$ representa una función escalonada asociada al componente determinista de la serie, representada mediante la serie trigonométrica de Fourier⁹.

No obstante, es sobre la distribución espectral de un proceso estacionario $f(\omega)$ que se puede calcular la densidad espectral, para esto se connota el espectro de un proceso estacionario x_t como $f(\omega) = F'(\omega)$, que dentro de la función γ_k se relaciona así:

$$\gamma_k = \int_0^\pi \cos(\omega k) f(\omega) d\omega$$

Encontrando así que la transformada de Fourier es igual a la covarianza de γ_k , que aplicándole la transformada inversa permite hallar el espectro $f(\omega)$ y la densidad espectral $f'(\omega)$:

$$f(\omega) = \frac{1}{\pi} \left[\gamma_0 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cos(\omega k) \right] \quad \omega \in [0; \pi]$$

$$f'(\omega) = \frac{F'(\omega)}{\gamma_0} = \frac{1}{\pi} \left[1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \rho_k \cos(\omega k) \right] \quad \omega \in [0; \pi];$$

Donde la función de autocorrelación es

$$\rho_k = \int_0^\pi \cos(\omega k) f'(\omega) d\omega \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Otros autores definen el espectro y la densidad espectral como:

$$f(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left[\gamma_0 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cos(\omega k) \right] \quad \omega \in [-\pi; \pi]$$

9. La Serie trigonométrica de Fourier de forma $f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)]$ permite analizar algunos elementos de tipo periódico en una función senoidal.

$$f'(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left[1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \rho_k \cos(\omega k) \right] \quad \omega \in [-\pi; \pi];$$

La representación espectral de la serie temporal tiene una interpretación similar a la de una función de densidad¹⁰. De manera que el área total bajo el espectro equivale a la varianza del proceso:

$$\gamma_0 = \sigma_x^2 = \int_0^{\pi} f(\omega) d\omega$$

o

$$\gamma_0 = \sigma_x^2 = \int_{-\pi}^{\pi} f(\omega) d\omega$$

Donde $f(\omega)d\omega$ es la contribución a la varianza del proceso de los componentes cuyas frecuencias pertenecen a los intervalos $(\omega; \omega + d\omega)$.

Así el análisis espectral de series temporales permite descomponer la serie en un rango de frecuencias directamente relacionadas con la extensión del ciclo, y que explican significativamente la varianza de x_t . Por tanto, un pico en el espectro identifica una extensión en la frecuencia.

Es importante establecer que existen diversos métodos para aplicar el análisis espectral a una serie temporal como lo son el de Parzen (1990), Bartlett (1950), Daniell (1946), pero generalmente el más utilizado para variables de tipo económico es el de Hamming (1994), debido a que permite la obtención de un periodograma mediante el alisado de la serie.

CICLO ECONÓMICO COLOMBIANO 1906–2009

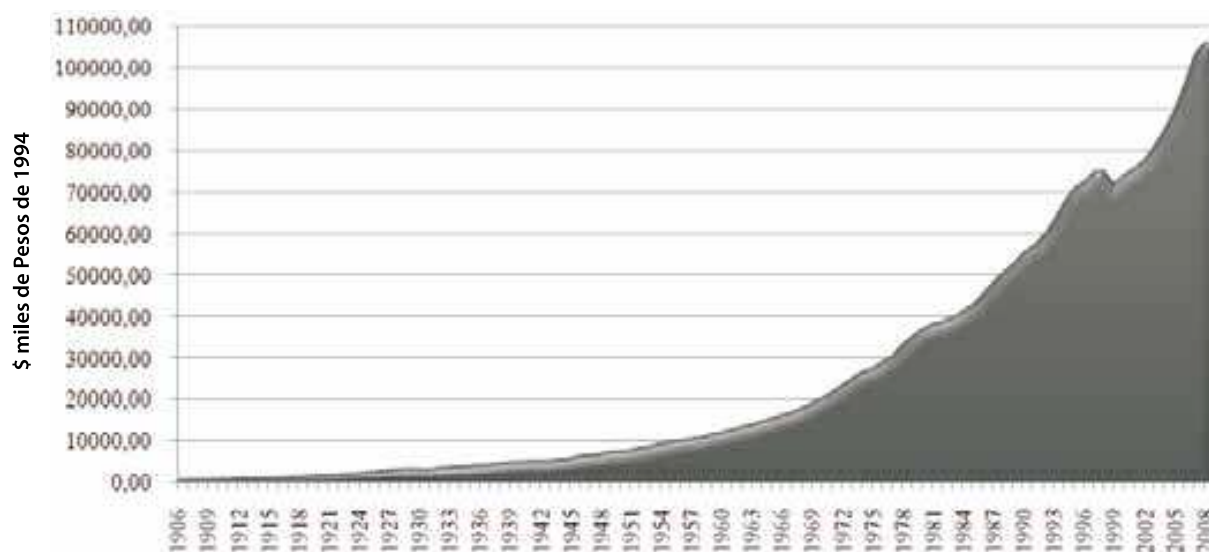
El análisis histórico de la economía colombiana permite observar como desde inicios del siglo XX el país ha sido influenciado por aspectos coyunturales y otros estructurales que repercutieron lógicamente en el ciclo económico de corto, mediano y largo plazo. Este factor obliga a descomponer, mediante las metodologías de Kydland y Prescott (1990) quienes formalizan y sintetizan el enfoque tradicional de extracción de señales del ciclo económico y la metodología planteada por Moral (2002:23-39) basada en la utilización del filtro de Hodrick-Pescott conjuntamente con la apli-

10. Función de Densidad es la parte de la varianza total de la serie que se debe al componente con frecuencias en el intervalo.

cación de la función Tramo/Seats, la serie temporal del PIB para encontrar los componentes subyacentes que conforman la misma.

El estudio de la serie permite observar como desde inicios del siglo pasado la producción nacional medida en valores monetarios ha mantenido una tendencia sistemática a crecer (Gráfico 1), sin embargo, esta evidencia no es suficiente para establecer que una economía se esté comportando establemente, razón por la cual se procede a calcular las variaciones en el PIB colombiano para observar la volatilidad de la variable, aspecto que aunque no permita identificar las partes de la “hipótesis de los componentes subyacentes”, permite realizar un análisis visual de los ciclos de mayor amplitud, como fueron la crisis de los 30’s y la crisis de 1999 (Gráfico 2).

Gráfico 1
PIB COLOMBIANO
Período: 1906-2009

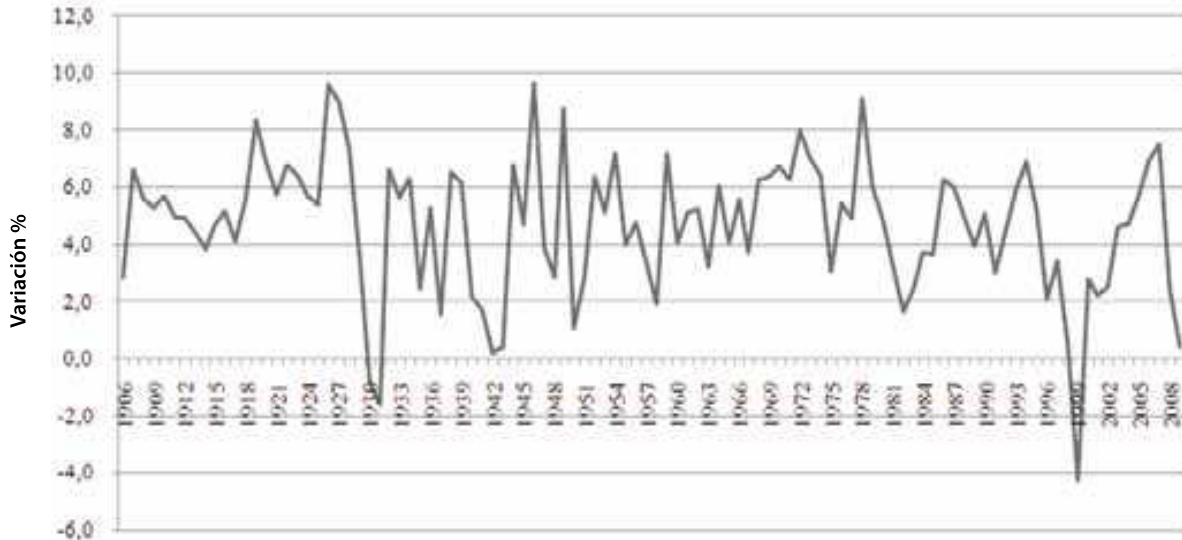


Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Hasta esta parte, el análisis cuantitativo de la variable analizada no puede comprometer indicios del objetivo general de este estudio, por lo tanto se procederá a aplicar las diferentes técnicas de análisis para la descomposición de la serie.

En primer lugar se determinará la tendencia y el ciclo de la producción colombiana mediante el Filtro Hodrick-Pescott (PH), para esto se utilizará un parámetro de suavización o penalización lambda (λ) igual a 100, el cual se convierte en el mejor estimador para variables de tipo anual.

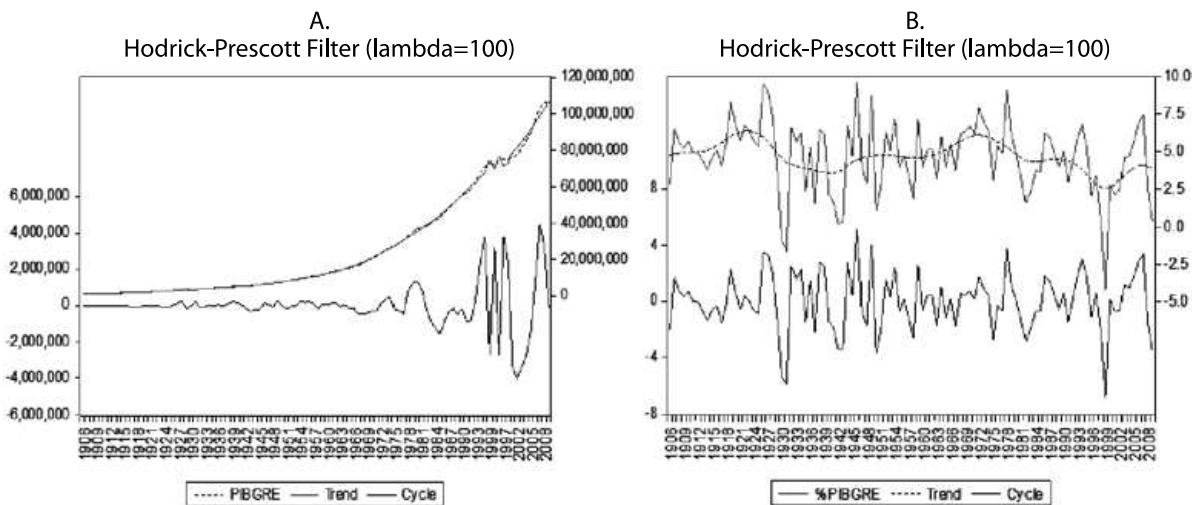
Gráfico 2
VARIACIONES PIB COLOMBIANO
Período: 1906-2009



Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Los resultados observables en el gráfico 3, permiten concluir dos aspectos importantes: 1. El Filtro Hodrick-Prescott (A) reporta la existencia de una tendencia positiva en la serie temporal. 2. El Filtro Hodrick-Prescott (B) demuestra, por un lado, la existencia de una alta volatilidad en el ciclo comercial y por otro, la presencia de una tendencia cíclica más sutil que reporta analogías con el ciclo, especialmente cuando la economía entra en recesión.

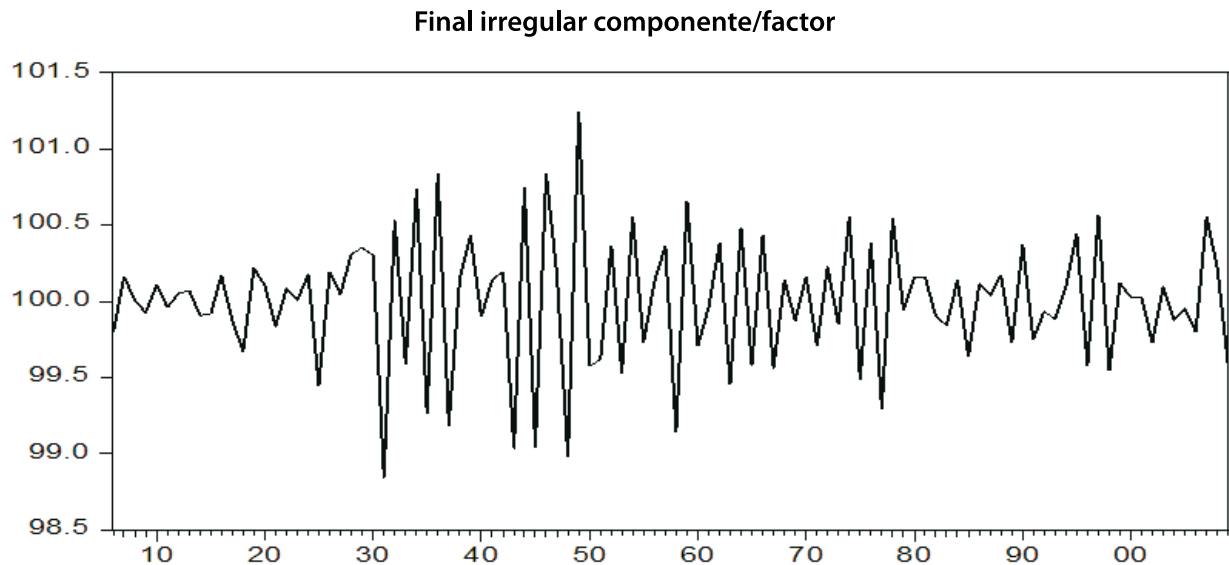
Gráfico 3
COMPONENTE CÍCLICO
Período: 1906-2009



Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Una vez identificados la tendencia y el ciclo, se procede a ejecutar la función Tramo/Seats (TS) que permite observar el componente irregular de la serie, demostrando que sigue un comportamiento normal. (Gráfico 4).

Gráfico 4
COMPONENTE CÍCLICO
Período: 1906-2009



Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Cabe establecer que los componentes “estacional” y “efectos de calendario” no pueden ser extraídos de la serie por su naturaleza anual, factor que obliga a adaptar la función y la ecuación de la hipótesis de componentes subyacentes, respectivamente así:

$$X_t = f(T_t, C_t, I_t)$$

$$PIB_t = T_t * C_t + I_t$$

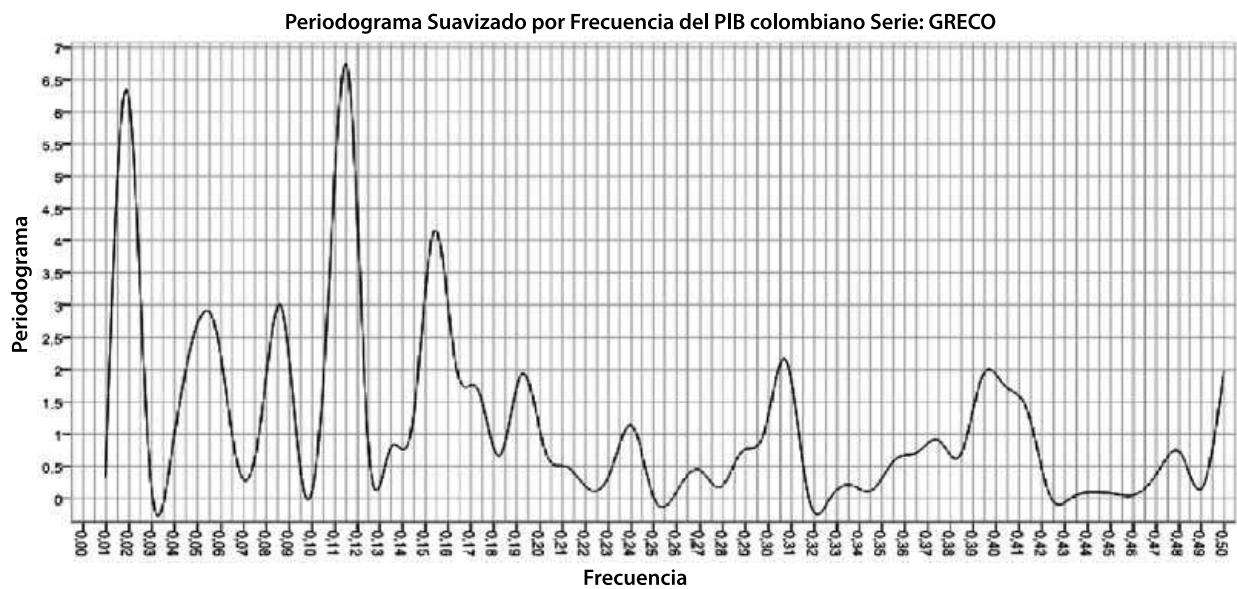
Donde T_t es la tendencia de largo plazo, C_t es igual al componente cíclico o de mediano plazo y I_t es igual al componente irregular o el error.

Bajo la luz de estos resultados, se procederá a aplicar el análisis espectral a la serie temporal; para esto se utilizará el software PASW 18.

En primera instancia se genera el Gráfico 5 que representa el periodograma por frecuencia de la variable analizada, que basado en el método Hamming, evidencia la existencia de diferentes picos de los cuales se es-

cogen los cuatro principales para identificar las diferentes frecuencias de ocurrencia de los ciclos dentro de la serie¹¹.

Gráfico 5
PERIODOGRAMA DEL PIB COLOMBIANO
Serie GRECO



Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Respectivamente las frecuencias seleccionadas para calcular la inversa (Tabla 1) son: 0.018, 0.115, 0.155, 0.307.

Tabla 1
OBSERVACIÓN DE FRECUENCIAS PARA EL PERIODOGRAMA
Serie de GRECO

Obs.	PERIODOGRAMA GRECO		
	Frecuencia	Período (Años)	Período (Meses)
1	0,019	52,6	631
2	0,115	8,7	104
3	0,155	6,4	77
4	0,307	3,3	40

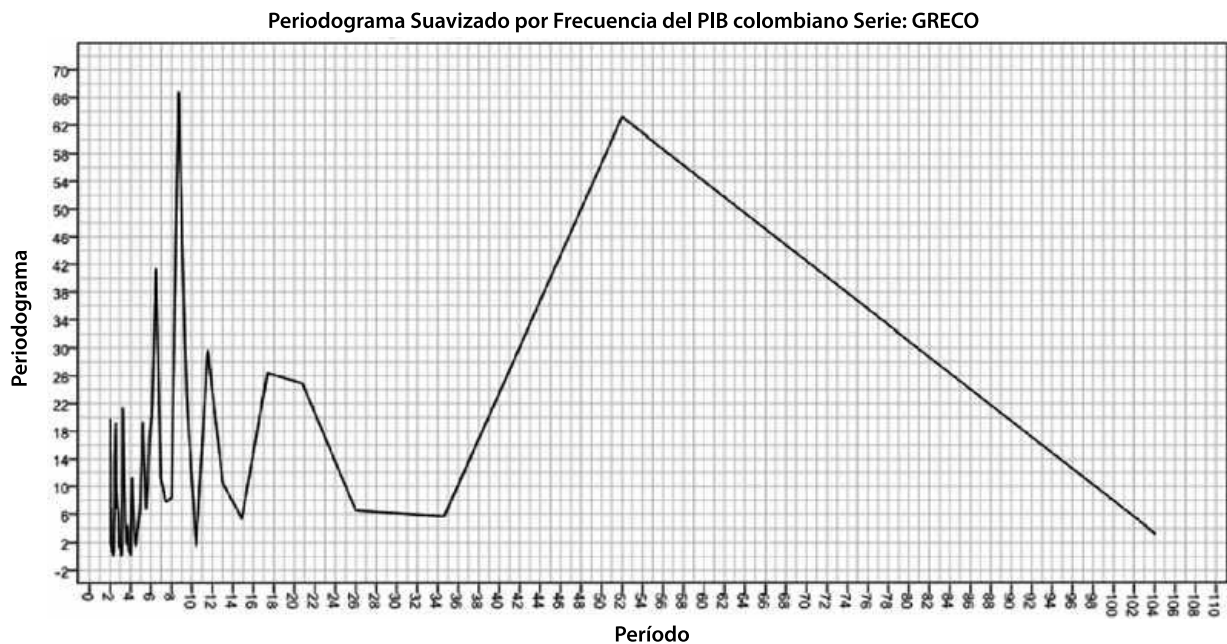
Fuente: Cálculos del autor

11. Es importante establecer que la frecuencia por sí sola no determina un periodo, razón por la cual se debe calcular la inversa.

Así, el análisis establece un primer periodo de 52,6 años correspondiente al Ciclo de largo plazo; un segundo y tercer ciclo correspondientes a 8,7 años y 6,4 años respectivamente que se enmarcan dentro del Ciclo de Juglar, y finalmente el cuarto ciclo cuya duración es de 3,3 años que representa el Ciclo de corto plazo.

Estos datos corroborables con el periodograma por periodos de la serie de GRECO (Gráfico 6) permiten confirmar la existencia de cuatro olas que se enmarcan dentro de la teoría Schumpeteriana.

Gráfico 6
PERIODOGRAMA DEL PIB COLOMBIANO
Serie GRECO



Fuente: Cálculos del autor, con base en las estadísticas de GRECO.

Es importante entender que el ciclo de largo plazo dentro de la economía colombiana se ajusta al requerimiento de las tendencias seculares, específicamente a los cambios demográficos representados en las expectativas de vida en esta nación, la dependencia del café y de las exportaciones tradicionales, la baja diversificación de los mercados y alta filiación al mercado Estadounidense. Por su parte, el ciclo de Juglar tiene como factores más influyentes los microeconómicos y financieros asociados a periodos inferiores a 12 años relacionados a aspectos de progreso técnico e innovaciones, que se caracterizan por el bajo índice de modernización de las microempresas del

país¹². Es importante establecer que pese al bajo dinamismo en el concepto de “la destrucción creativa” en Colombia, el ciclo de corto plazo se ajusta muy bien al requerimiento teórico expuesto por Kitchin.

Así, se puede observar que Colombia ha tenido dos grandes ciclos de Kondratieff relacionados básicamente a aspectos de política externa, en primer lugar el periodo comprendido entre la Crisis de los 30's e inicios de la década de los 80's conocida como la década perdida para Latinoamérica, espacios temporales en los cuales la económica cae entre 6 y 10 puntos porcentuales después de tener crecimientos superiores a 8%. El segundo periodo se encuentra entre los años de inicio de la segunda guerra mundial (1943) y la crisis de 99, periodos en los cuales la economía cae entre 6 y 10 puntos después de crecimientos de 6%.

Por su parte los ciclos de Juglar en Colombia se manifiestan en las siguientes etapas: 1. Crisis de los años 30's e Inicio Segunda Guerra Mundial, 2. Inicios de Segunda Guerra Mundial y la desaceleración económica de 1951, 3. Crisis internacional de 1974 e Inicios de la década perdida latinoamericana, 4. Inicios de la década perdida y Recesión de 1990, 5. Recesión de 1990 y Crisis de 1999, y 6. Crisis de 1999 – Crisis *Subprime*.

Aunque el análisis espectral permitió establecer la existencia de periodos de corto plazo en la economía colombiana, el manejo de series anuales no permite un análisis claro de los periodos, por lo cual simplemente se mantendrá la hipótesis de existencia de ellos.

HECHOS ESTILIZADOS: CICLO ECONÓMICO COLOMBIANO

El ejercicio realizado anteriormente debe ir acompañado del análisis de evidencia empírica que correlacione el ciclo de la economía colombiana con otras variables de demanda y de oferta en los periodos: 1925–1999 y 1965–1999, respectivamente¹³.

Si bien, los periodos antes mencionados no cubren la temporalidad analizada en el análisis espectral, son los más representativos a nivel de cuentas estadísticas para el seguimiento de las variables a largo plazo, y

12. Sobre este aspecto la agencia de noticias de ciencia y tecnología de Colombia establece: “En términos generales, las microempresas se caracterizan por un reducido tamaño de operación, generado en buena parte por su escasez de capital; informalidad en sus relaciones laborales; uso de tecnología tradicional y de maquinaria obsoleta; bajos niveles de productividad y rentabilidad y debilidades en el diseño, la calidad y la variedad de sus productos”.

13. Se maneja diferentes periodos de tiempo tanto para el análisis de las variables de demanda, como para las variables de oferta, debido a la imposibilidad para empatar las series estadísticas.

aunque por su naturaleza anual no permiten el análisis de corto plazo, son adecuados para observar algunos hechos estilizados del comportamiento de las principales variables macroeconómicas, describiendo los movimientos de cada una de ellas con el componente cíclico del PIB real, mediante las técnicas de coeficientes de correlación cruzada, y de volatilidad¹⁴.

En la tabla 2 se relaciona la volatilidad del PIB y de algunos componentes de demanda; así se observa que el producto tuvo una volatilidad de 2.73% para el periodo comprendido entre 1925 y 1999.

Por su parte la tabla 3 demuestra que el Consumo Privado, la Formación Interna Bruta de Capital, las Exportaciones y las Importaciones tienen un componente procíclico y contemporáneo, con coeficientes de correlación de 0.66, 0.54, 0.40, 0.70, respectivamente. Además se observa que las variables con mayor volatilidad son las Importaciones (18,3%) y la Formación Interna Bruta de Capital (16%).

Tabla 2
VOLATILIDAD DE LOS COMPONENTES DE LA DEMANDA

VARIABLES	VOLATILIDAD (%)
PIB	2,73
Consumo Privado	5,23
FIBK	16,04
Exportaciones	7,36
Importaciones	18,39
Gasto Público	10,27

Fuente: Cálculos del Autor

Mientras que el gasto público demuestra ser una variable contracíclica, rezagada.

Por su parte el análisis del PIB y de algunos componentes de oferta para el periodo 1965-1999; demuestran que el producto tuvo una volatilidad de 1.78% (tabla 4) no muy alejada de la reportada por Reyes y Restrepo (1.60%) e igual a la informada por Restrepo y Soto (1,79%) quienes demuestran que es una de las bajas de Latinoamérica y Estados Unidos.

14. La teoría ha clasificado las series en: procíclicas cuando se mueve en el mismo sentido del producto, contracíclicas cuando se mueven en sentido contrario al producto y acíclicas cuando no tienen ninguna relación con el PIB. Por su parte, cuando la variable cambia en la misma dirección del producto antes de que este lo haga, se dice que lidera el ciclo y si cambia después se dice que es rezagada.

Tabla 3
CORRELACIONES CRUZADAS DE LAS VARIABLES DE LA DEMANDA Y EL PIB

VARIABLES	Crr (-3)	Crr (-2)	Crr (-1)	Crr (0)	Crr (+1)	Crr (+2)	Crr (+3)
Consumo Privado	-0.1075	0.0591	0.3322	0.6650	0.3027	-0.0480	-0.3493
FIBK	-0.3875	0.0103	0.4337	0.5435	0.3738	-0.0751	-0.2860
Exportaciones	-0.1230	0.0580	0.3201	0.4058	0.1742	-0.0812	-0.2700
Importaciones	-0.2719	0.1068	0.5198	0.7051	0.4288	-0.0731	-0.4090
Gasto Público	-0.3872	-0.1382	0.0610	0.2345	0.2180	0.0216	0.0047

Fuente: Cálculos del Autor.

El análisis de correlación cruzada para las variables de la oferta demuestra que las actividades: Agropecuaria, Industria, Electricidad, Comercio y Servicios tienen volatilidades superiores a 2% e inferiores a 4% (tabla 4), siendo ellas procíclicas y coincidentes con el producto. En cuanto al transporte y servicios financieros demuestran ser procíclicos y líderes del crecimiento económico, al igual que las minas que demuestra ser una variable adelantada y muy volátil (15,38%). Mientras que la actividad de la construcción resulta ser contracíclica y rezagada, consecuencia que se deriva por considerarse una variable dinamizadora de la economía y cuyas políticas gubernamentales la suponen como una posibilidad para salir de las crisis (tabla 5).

Tabla 4
VOLATILIDAD DE LOS COMPONENTES DE LA OFERTA

VARIABLES	VOLATILIDAD (%)
PIB	1,78
Agropecuario	2,19
Minas	15,38
Industria	3,16
Construcción	8,65
Electricidad	3,59
Comercio	2,47
Transporte	2,72
Financiero	3,05
Servicios	2,58

Fuente: Cálculos del Autor

Tabla 5
CORRELACIONES CRUZADAS DE LAS VARIABLES DE LA OFERTA Y EL PIB

VARIABLES	Crr (-3)	Crr (-2)	Crr (-1)	Crr (0)	Crr (+1)	Crr (+2)	Crr (+3)
Agropecuario	-0.0691	0.0921	0.2951	0.4934	0.4093	0.1626	-0.0606
Minas	0.0677	0.0340	0.0515	-0.0213	-0.1958	-0.4123	-0.5895
Industria	0.0898	0.3822	0.6239	0.6923	0.3001	-0.1172	0.4465
Construcción	-0.2516	-0.1027	0.0426	0.0323	-0.0989	-0.1800	-0.2322
Electricidad	-0.5007	-0.2123	0.3346	0.6745	0.6283	0.1771	-0.2592
Comercio	-0.2995	0.1521	0.5761	0.8800	0.6167	0.1509	-0.2434
Transporte	-0.4751	-0.1550	0.2526	0.5988	0.6039	0.4014	0.2046
Financiero	-0.4480	-0.2564	0.2008	0.5791	0.6336	0.4230	0.0144
Servicios	-0.4489	-0.0936	0.2886	0.6086	0.5787	0.3180	-0.1027

Fuente: Cálculos del Autor.

Finalmente se encuentran como regularidades del ciclo económico colombiano las siguientes:

1. La volatilidad del ciclo económico es alrededor del 2%, inferior a la de algunos países latinoamericanos y de Estados Unidos. Esto se puede explicar por la mayor estabilidad macroeconómica de los últimos años brindada por la política monetaria y fiscal.
2. La Formación Interna Bruta de Capital (FIBK) demuestra ser pro cíclica, al igual que las demás variables de demanda.
3. Las importaciones demuestran tener una alta volatilidad respecto al PIB.
4. La mayor parte de las variables del lado de la oferta son procíclicas.
5. El transporte y el sector financiero son sectores líderes.
6. La construcción es una variable contracíclica y rezagada por considerarse una variable dinamizadora que tiene mayor apoyo en periodos de crisis, gracias a la política gubernamental.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta la aplicación del análisis espectral a una variable económica de serie temporal como lo es el PIB colombiano, así se busca evidenciar la existencia de ciclos de corto, mediano y largo plazo, y relacionarlos con el modelo tricíclico de Schumpeter. Para esto se procedió, en primera instancia, a aplicar el filtro de Hodrick-Pescott y la función Tramo/Seats que permiten descomponer la hipótesis de componentes subyacentes de la variable; posteriormente se generan los periodogramas para observar la frecuencia y los periodos con que se repiten los ciclos comerciales, para así finalmente demostrar que:

La naturaleza anual del PIB Colombiano no permite analizar la estacionalidad de la serie, ni los efectos calendario, razón por la cual la función de la hipótesis de componentes subyacentes se reduce solo a tres elementos: la tendencia, el ciclo, y la irregularidad.

El Filtro Hodrick-Pescott evidencia la existencia de una tendencia creciente y una tendencia cíclica que se ajusta con el ciclo en los periodos de mayor amplitud. De igual forma la función Tramo/Seats permite analizar un componente irregular de comportamiento normal.

El PIB colombiano para el periodo 1906 – 2009 presenta cuatro frecuencias principales que permiten evidenciar el ajuste del modelo tricíclico de Schumpeter a la economía analizada: la primera de 52 años que presenta un coeficiente de variación de 2.5% respecto al límite inferior del intervalo señalado por Kondratieff; la segunda de 8,7 años y la tercera de 6,4 años, que caen dentro del intervalo expuesto en el ciclo de Juglar; y la cuarta de 40 meses que concuerda perfectamente con el planteamiento teórico de Kitchin.

El ciclo de largo plazo de la economía colombiana se ha visto influenciado en mayor medida por choques externos basados en la dependencia de las exportaciones tradicionales y la alta dependencia en el mercado estadounidense; por su parte el ciclo de mediano plazo se ajusta a aspectos microeconómicos productivos relacionados con el bajo nivel de modernización, dinamismo, productividad y competitividad, aspectos relacionados con el concepto de “destrucción creativa”. Aunque el periodograma evidencia la existencia de ciclos de Kitchin es importante establecer que el manejo anual de la serie no permite realizar un examen serio de las causas del mismo, razón por la cual solo se mantendrá la hipótesis de su existencia.

Por su parte el estudio de la evidencia empírica demostró, así como lo planteó Restrepo y Reyes (2000), que la economía colombiana sigue algu-

nas regularidades comunes a nivel latinoamericano como que el PIB, las exportaciones, las importaciones, el consumo privado y la mayoría de las variables del lado de la oferta tengan una tendencia procíclica y contemporánea. Mientras que otras variables como el sector financiero son procíclicas y líderes del crecimiento económico; mientras que la construcción, al igual que el gasto público son variables rezagadas y contracíclicas.

Finalmente el principal propósito de este ejercicio es fomentar el estudio de los ciclos económicos a través de herramientas Macroeconómicas eficientes, esto a su vez permitirá generar una mayor evidencia empírica sobre los aspectos que impactan la economía nacional, y posteriormente, cuando las series lo permitan, determinar las características de impacto económico a nivel local.

Cabe resaltar que la totalidad de instrumentos estadísticos aquí utilizados solo permiten caracterizar la realidad de los diferentes ciclos comerciales, convirtiéndose en filtros para evaluar los diferentes modelos económicos implementados a través del tiempo; sin embargo, es importante aclarar como lo demuestra Parra (2007) “que los datos no arrojan evidencia clara acerca de si la dinámica de la economía colombiana puede ser descrita de mejor manera por modelos donde los choques de oferta muestren un papel preponderante para explicar los ciclos económicos frente a aquellos de demanda”, esto basado en la dificultad principal de obtener una base de datos eficiente y completa que posibilite el mejor análisis de las series.

Así este documento genera un mínimo aporte a la literatura ya existente sobre Ciclos Comerciales y Hechos Estilizados de la economía colombiana aclarando que no se pretende ser concluyente en los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- BADAGIÁN, Ana (2003). *Extracción de señales y estimación de ciclos Macroeconómicos en los países del Mercosur: un análisis integrado en el dominio del tiempo y de las frecuencias*. Trabajo Monográfico. Licenciatura de Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Universidad de la República de Uruguay
- CEPLAN (2009). Documento de trabajo No 1: *Ciclos económicos y métodos*. En línea: http://www.ceplan.gob.pe/img/ciclos_economicos.pdf
- GRECO (2002). *El crecimiento económico colombiano en el siglo XX*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- GREEN, William H. (2000). *Econometric analysis*. Cuarta edición. New Jersey: Prentice Hall.
- HAMILTON, James (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University.
- KYDLAND, Finn y PRESCOTT, Edward (1990). *Business Cycles: Real Facts and a Monetary Myth*. Quarterly Review Sprint 14 (2): 3–18. Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- MORAL, Julián (2002). *Descomposición de series temporales: especificación, estimación e inferencia*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- OWEN, Deborah y GRIFFITHS, Robin (2008). *Como analizar el Mercado*. Buenos Aires: Cuatro Media.
- PARRA, Juan (2007). *Hechos Estilizados de la Economía Colombiana: Fundamentos Empíricos para la Construcción y Evaluación de un Modelo DSGE*. Borradores de Economía, Banco de la República de Colombia, 2008.
- PETRE, Stoica y RANDOLPH, Moses (1997). *Introduction to Spectral Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- PICHIHUA, Juan (2003). *Econometría: teoría y aplicaciones*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- POSADA, Carlos (1999). *Los ciclos económicos colombianos en el siglo XX*, Borradores de Economía 126. Bogotá: Banco de la República.
- PRIESTLEY, Maurice (1981). *Spectral Analysis and Time Series*. New York: Academic Press.
- RESTREPO, Jorge y REYES, José (2000). *Los Ciclos Económicos en Colombia. Evidencia Empírica (1977-1998)*. Planeación y Desarrollo, volumen XXXI, No. 1 y 2. Bogotá, enero–junio.
- RESTREPO, Jorge y SOTO, Claudio (2004). *Regularidades Empíricas de la Economía Chilena*. Working Papers Central Bank of Chile 301, Central Bank of Chile.
- SCHUMPETER, Joseph (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical: Analysis of the Capitalist Process*. New York y London: McGraw-Hill.