

# Midiendo la tasa de interés real natural en Venezuela

Virginia Cartaya, César Fleitas y José Rafael Vivas\*

## I. INTRODUCCIÓN

Existen diversos conceptos de la tasa de interés natural, pero sus orígenes vienen desde 1898, cuando el economista sueco Knut Wicksell la definió como la tasa neutral a los precios. Explica que la diferencia entre la tasa de interés observada y la natural afectan a la demanda por recursos productivos e indirectamente determina el movimiento de los precios. Con el tiempo, este concepto ha venido evolucionando y cobrando una mayor importancia para las autoridades monetarias en gran parte del mundo.

En 1993, Taylor propuso a las autoridades monetarias una regla de política donde se apoya en una tasa de interés nominal que, cuando la producción real excede a la potencial y el pronóstico de inflación excede su objetivo, se incrementa para generar un aumento de la tasa de interés real en relación con la natural y así reducir la demanda agregada. Además, si la producción real iguala a la potencial y el pronóstico de inflación coincide con su objetivo, la tasa de interés real observada debe ser igual a la natural. Entonces, según Taylor, la tasa de interés nominal de corto plazo debería ser una función creciente del pronóstico de la tasa de inflación dado su objetivo y de la producción real dado el potencial.

Las tasas de interés reales de largo plazo son determinadas por los fundamentos de la economía. Las autoridades monetarias solo pueden afectar las tasas de interés, mediante controles, en el corto plazo. Por consiguiente las tasas de interés en el corto plazo en términos reales estarán vinculadas

\* V. Cartaya, C. Fleitas y J. R. Vivas, funcionarios de la Vicepresidencia de Estudios del Banco Central de Venezuela. Los autores agradecen los comentarios de Francisco Sáez, Harold Zavarce y Miguel Dorta.

con el nivel de equilibrio de las tasas reales de la economía, de aquí nace el concepto de la tasa de interés natural, que se define como aquella tasa de interés consistente con el producto que converge al potencial, donde el producto potencial es aquel coherente con una inflación estable en el largo plazo (Bomfim, 1997). La diferencia entre la tasa de interés natural y la tasas que controlan las autoridades monetarias definen los lineamientos de la política monetaria.

Para un banco central, obtener la estimación de la tasa de interés natural es de gran ayuda para la toma de decisiones de la autoridad monetaria. Es a través de la comparación entre las tasas observadas y la natural que se puede medir el efecto que genera dichos cambios. Si la tasa de interés natural aumenta, el banco central al mantener su tasa de interés inalterada estaría induciendo a una política monetaria expansiva, que no necesariamente reflejaría un cambio intencional por parte de las autoridades monetarias en el tipo de política monetaria. Si el banco central pudiera observar la causa que afecta la tasa de interés natural, podría mantener su tipo de política inalterada, realizándose ajustes adecuados para la tasa de interés controlada. Para la aplicación adecuada de políticas monetarias, el banco central debe disponer de una estimación precisa no sólo de la inflación esperada y la brecha del producto sino también de la tasa de interés natural.

El problema que se presenta con la medición de esta variable es su naturaleza no observable y que amerita la utilización de métodos, ya sean de cálculo directo, o a través de técnicas más elaboradas. Es posible encontrar en la literatura diversas técnicas que van desde el estudio univariable, a través del uso de filtros *ad hoc*, como son el filtro de Hodrick-Prescott y de Baxter-King, entre otros; como de métodos multivariados que intentan recoger relaciones que le den una mayor explicación económica a los resultados. Basándose en este hecho, este trabajo calcula la tasa de interés natural utilizando dos métodos; por un lado, partiendo de la estimación de la función de producción Cobb-Douglas, se obtiene como una *proxy* de la productividad marginal del capital, y por el otro aplicando el algoritmo del filtro del Kalman donde la tasa de interés natural depende de factores reales como el producto potencial y factores exógenos aleatorios.

Esta investigación está conformada por cinco partes. En el segundo apartado se realiza una breve descripción de las variables utilizadas, así como los principales hechos estilizados de las variables en estudio. El tercer apartado está conformado por la descripción teórica de las metodologías aplicadas, los resultados de las estimaciones se presentan en el cuarto apartado y, finalmente, las conclusiones en el quinto.

## II. VARIABLES Y DATOS

### Descripción de las variables

En esta investigación se utilizan datos con periodicidad, tanto trimestral como anual. Para el caso trimestral la muestra abarca el periodo 1984-2006 con proyecciones en el 2007 y para el modelo anual se utilizan datos desde 1969 hasta el 2006.

Las variables incluidas en el análisis son:<sup>1</sup>

- Tasa de interés pasiva de depósitos a plazo de 90 días.<sup>2</sup>
- Tasa de inflación medida a través del índice de precios al consumidor.
- Producto interno bruto no petrolero.
- Acervo de capital no petrolero.
- Producto potencial y brecha del producto.
- Tasa de depreciación del capital.
- Tasa de interés externa correspondiente a las letras del Tesoro de los Estados Unidos.
- Expectativas de depreciación del tipo de cambio.

### Hechos estilizados

En este apartado se hacen precisiones acerca del tipo de política que se llevó a cabo en cada período, lo que será contrastado con los resultados empíricos a obtener, en una segunda etapa de la investigación.

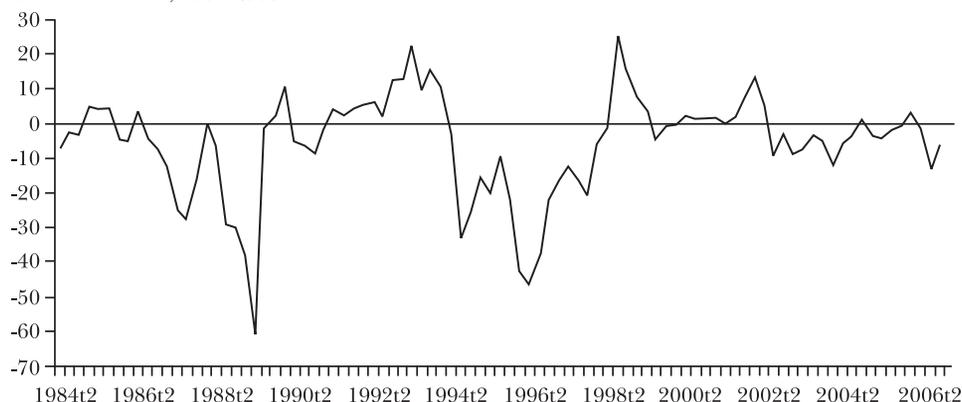
En Venezuela, las tasas de interés por lo general son controladas por las autoridades monetarias a través de tasas máximas (activas) y mínimas (pasivas) lo que hace que éstas fluctúen entre dos bandas. Estas medidas afectan de manera directa la demanda de dinero, dependiendo si lo que se quiere es una política restrictiva o expansiva.

Existen varios períodos de tiempo en los que las tasas de interés pasivas y activas se comportan de una manera volátil, estos corresponden con los años 1989, 1990, 1993, 1994, 1996, 1998 y 2002, los cuales se analizan a continuación.

<sup>1</sup> Fuente: estadísticas del Banco Central de Venezuela.

<sup>2</sup> También se realizaron estimaciones utilizando la tasa de interés activa. Los mejores resultados se obtuvieron con la tasa de interés pasiva de depósitos a plazo de 90 días.

GRÁFICA I. TIP, 1984-2006



Para 1989, el país estaba en una situación económica complicada, con una moneda sobrevaluada. En este año, con la entrada de un nuevo gobierno se implementó un plan económico de ajustes conocido como “El Gran Viraje”; en el cual, entre muchas medidas, una de ellas era la liberación de las tasas de interés y que éstas debían de fluctuar según el mercado. El primer trimestre de ese año las tasas se encontraban por debajo de las expectativas inflacionarias generando una mayor liquidez en la economía venezolana ya que en esta situación no existía atractivo para el ahorro. En el segundo semestre del año el gobierno tomó nuevamente el control de tasas, junto con otras medidas monetarias, para disminuir ese exceso de liquidez en la economía, lo cual hace que las tasas de interés reales efectivas pasen de un valor muy negativo a un valor positivo, superando así la inflación esperada y creando un ambiente más regular entre el ahorro y la inversión.

En 1990, la política monetaria que se adoptó fue restrictiva, y con respecto a las tasas de interés, en abril se decidió aumentar la distancia entre las tasas de interés activa y pasiva en 50 puntos porcentuales, lo que resultó en una leve caída de la tasa real efectiva que venía presentando para finales de 1989 valores positivos y después de esta medida se ubicó por debajo de cero pero muy cercana a éste. Para 1991, se continuó con una política monetaria restrictiva, esto con el fin de reducir las presiones inflacionarias que se presentaban para ese momento de la historia económica venezolana. La política monetaria permitió la existencia de tasas de interés reales positivas, a lo largo del año, lo cual se tradujo en una mayor adquisición de activos financieros internos y en una reducción de la demanda de activos en moneda extranjera.

Con una inestabilidad en los mercados monetarios y cambiarios, el BCV sigue aplicando para 1993 políticas restrictivas, en las que se determina a

principio del año una reducción de las tasas de interés por el exceso de liquidez en la economía, luego a mediados del mismo año las tasas fueron reduciéndose progresivamente hasta alcanzar una estabilidad alrededor de 45% para las pasivas y 54% las activas. A finales de 1993, debido a la inestabilidad por factores políticos y económicos, el BCV debió fijar controles a los excedentes de liquidez bancaria y atender la demanda de divisas así como ajustes en las tasas de interés. Todos estos hechos hicieron que, para 1993, las tasas efectivas reales se ubicaran muy por encima de las expectativas inflacionarias, y así poder disminuir esa liquidez excesiva que presentaba la economía venezolana.

En 1994, dada la desconfianza en el sistema financiero que originó el incremento en los retiros de depósitos, aumentó la asistencia financiera otorgada por el BCV, dentro de los límites establecidos en la Ley del Banco Central de Venezuela, la Ley General de Bancos y Otras Instituciones Financieras y la Ley Especial de Protección a los Depositantes y de Regulación de Emergencia de las Instituciones Financieras, aprobada por el Congreso de la República el 10 de marzo de 1994. Se produjo una caída en las tasas de interés hasta niveles reales negativos, como consecuencia de los excedentes de la liquidez bancaria. Las tasas pasivas llegaron al nivel mínimo establecido de 10.0%. En septiembre, el BCV decidió vincular las tasas de interés pasivas al rendimiento de los bonos cero cupón, a un margen de diez puntos porcentuales por debajo del rendimiento promedio ponderado de títulos a 90 días, y la colocación a través del mecanismo de subasta.

En 1996, continuó una política restrictiva siguiendo los lineamientos del Fondo Monetario Internacional, esta política restrictiva buscaba moderar los desequilibrios en el mercado monetario para evitar presiones sobre los mercados de bienes y cambiarios. Durante el primer trimestre de ese año, se realizaron operaciones de mercado abierto a través de los títulos de estabilización monetaria, para absorber los excedentes de liquidez. Dada la mayor capacidad de actuación del BCV a partir de la adopción del programa económico, el 12 de abril mediante Resolución N<sup>o</sup> 96-04-02, se liberaron las tasas de interés del sistema financiero, suprimiendo los topes máximos y mínimos establecidos para las tasas activa y pasiva, lo que trajo como consecuencia una caída importante de las tasas de interés efectivas reales, llegando a valores negativos muy altos.

En 1998, el Banco Central de Venezuela siguió aplicando medidas restrictivas para el mercado monetario a través de modificaciones de las tasas de interés por operaciones de descuentos, redescuentos y anticipos, continuaron las operaciones de mercado abierto a través de los títulos de estabilización monetaria a fin de reducir una contracción monetaria de largo plazo. Los mayores rendimientos de los títulos emitidos por el banco central

estimularon el alza de la tasa de interés del mercado financiero, haciendo más atractiva la tenencia de activos en moneda nacional y desestimulando la salida de capitales al corto plazo, lo que se tradujo en un aumento en las tasas de interés reales, llegando a altos valores positivos, generando un estímulo a la inversión en mercados financieros venezolanos y disminuyendo la liquidez presente en la economía para ese período.

Para el 2002, las tasas de interés del mercado financiero reflejaron las condiciones de liquidez del mercado monetario, así como la volatilidad cambiaria y la presión que ejerció el sector público para financiar su programa de endeudamiento. Así, antes de la adopción del esquema de flotación, las mayores presiones sobre las reservas internacionales propiciaron un aumento de la estructura de tasas del mercado, proceso que se extendió hasta mediados de marzo cuando se produjo un punto de inflexión que marca una tendencia descendente hasta septiembre, mes a partir del cual las tasas mantuvieron un comportamiento estable.

Las tasas reales de interés, tanto la activa como la pasiva, experimentaron un importante aumento a comienzo de año, para luego mostrar una pronunciada disminución. Sin embargo, la caída en puntos porcentuales fue mucho más acentuada para las tasas de interés reales que la exhibida por las nominales. De hecho, la tasa activa, luego de mostrar en marzo el mayor nivel de los últimos 42 meses (36.0%), registró una abrupta caída que ubicó esta variable en 7.6%, nivel 10.8 puntos porcentuales menor que el de diciembre de 2001. Asimismo, la tasa real que remunera el ahorro cerró el mes de diciembre en un nivel de 0.5%, lo que significó un sensible descenso con respecto al nivel de diciembre de 2001 (9.1 puntos porcentuales) y de marzo de 2002 (21.5 puntos porcentuales). Los escenarios de tasas de ahorro reales negativas se constituyen en un importante desestímulo a la demanda de activos financieros domésticos, factor que, a su vez, propicia mayores tensiones en el mercado de divisas y compromete la estabilidad del tipo de cambio.

En términos reales, las tasas de interés activa y pasiva continuaron un comportamiento creciente que comenzó en el 2004, obteniendo valores cada vez menos negativos; y en el caso de la activa, logro registrar valores ligeramente positivos. Este hecho es atribuible a la estabilidad que registraron los tipos de interés nominales durante el año, así como a la reducción sostenida de las expectativas de inflación por parte de los agentes económicos.

La tasa activa real alcanzó al cierre de 2005 un promedio positivo de 0.9%, en contraste con -1.9% en diciembre del año anterior, mientras que la tasa promedio de los depósitos a plazo se situó en -3.6% (-6.5% al cierre de 2004).

### III. METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA TASA DE INTERÉS NATURAL

La tasa de interés natural es una variable no observable y para obtener su cálculo existen diversas técnicas económicas y econométricas que se pueden aplicar. Esta investigación analiza las metodologías relacionadas con la productividad marginal del capital, que atiende las necesidades de una economía cerrada, y la aplicación del método espacio de los estados a través del algoritmo del filtro de Kalman, donde se estiman la tasa de interés natural a partir del producto potencial, basándose en una economía pequeña y abierta donde se incluye la paridad internacional de interés. A continuación se describe cada una de las metodologías aplicadas.

#### Productividad marginal del capital

Este modo de cálculo de la tasa de interés natural se basa en condiciones de equilibrio de una economía cerrada y sin perturbaciones, la misma esta determinada por la productividad marginal del capital y por la depreciación. Partiendo de una función de producción Cobb-Douglas se tiene que la tasa de interés natural esta representada por

$$TIN = (PMK - \sigma)^3 \quad (1)$$

Donde:

$$TIN = \alpha(Q/K)\sigma \quad (2)$$

Donde:  $TIN$  es la tasa de interés natural;  $PMK$ , la productividad marginal de capital;  $Q$ , la producción;  $K$ , el capital;  $\alpha$ , el coeficiente de participación del capital en el producto; y  $\sigma$ , la tasa de depreciación.

Como lo muestra la ecuación (1) la tasa de interés natural está representada por la productividad marginal del capital y su depreciación. La ecuación (2) indica que para obtener la  $TIN$  se necesita saber la participación del capital en la producción ( $\alpha$ ), el cual se consigue a través de la estimación de una función de producción Cobb-Douglas.<sup>4</sup>

Luego de obtener el coeficiente de participación del capital y el resto de

<sup>3</sup> En este modelo inicial, no se incluyen los precios de bienes de capital como una variable exógena, por no poseer datos completos. En el futuro se agregará dicha variable a este modelo.

<sup>4</sup>  $Q = A(K^\alpha, L^{1-\alpha})$  la función Cobb-Douglas es la función de producción neoclásica más ampliamente utilizada en los trabajos empíricos. Al linealizar esta función se obtiene  $LnQ = LnA + \alpha LnK + (1-\alpha) LnL$ .

las variables del modelo se procede a calcular la *TIN*, teniendo en cuenta que los resultados de dichos cálculos omiten las perturbaciones existentes en la economía.

En el caso de Venezuela, el coeficiente de participación del capital en la producción, para esta investigación, se toma de Dorta (2006). En dicho trabajo, se concluye que Venezuela muestra rendimientos constantes a escala.

### **Representación en espacio de los estados**

La idea de la formulación de la metodología del espacio de los estados de un sistema lineal es capturar la dinámica de un vector de variables observadas en términos de un vector de variables no observadas, denominadas de estado. Esto plantea un problema de inferencia que puede ser solucionado considerando información de las variables de medida u observadas, y del conocimiento acerca de la forma de cómo evoluciona en el tiempo las variables de estado. Se puede demostrar que el conocimiento del valor tomado para una variable aleatoria puede dar información acerca del valor tomado por una segunda variable aleatoria y es posible obtener una estimación de aquella. Posiblemente lo que se puede observar es:

$$\begin{aligned}z_t &= Hx_t + v_t \\x_t &= \phi x_{t-1} + \omega_t\end{aligned}$$

En esta sencilla representación lo que se busca es inferir las propiedades relevantes de los estados de  $x_t$  a partir de:

- La información existente en  $z_t$ .
- El conocimiento de las propiedades estadísticas del ruido  $\omega_t$ .
- El tipo de relación entre los estados en el momento  $t$  y  $t-1$ , considerando además, la forma que toman los componentes de ruido  $v_t$  y  $\omega_t$ .

La representación puede ampliarse para incorporar variables exógenas dentro de un sistema de dos ecuaciones, la ecuación de estado y la ecuación de observación, que constituye una representación para el comportamiento dinámico de la variable  $x$ .

$$\begin{aligned}x_{t-1} &= \phi x_t + \Gamma u_t + E\omega_t \\z_t &= Hx_t + Du_t + Cv_t\end{aligned}$$

El método de estimación, cuando los parámetros son desconocidos, es el de máxima verosimilitud. Propuesto por Fisher (1922), es un procedimiento que permite obtener los coeficientes más probables a partir de los datos

obtenidos, basándose en técnicas de optimización numéricas del logaritmo de la función de verosimilitud.

Con la formulación del modelo en espacio de los estados se abre la posibilidad de trabajar con gran variedad de algoritmos entre los que destaca el filtro de Kalman. Este filtro es un proceso recursivo para calcular el estimador óptimo del vector de estado en el tiempo  $t$ , basado en la información disponible en el momento  $t$ . Con esta operación es posible obtener las estimaciones actualizadas del estado no observable, a medida que se dispone de una observación nueva de la magnitud que se percibe y que está relacionada con dicho estado.

El procedimiento de estimación se basa en calcular el valor esperado tanto del vector de estado como del vector de observación, así como las respectivas matrices de covarianza, para el período corriente  $t$ , sujeto a la información disponible en el período inmediatamente anterior ( $t-1$ ). Lo que se genera con este método es la previsión de cada una de las variables un período adelante.

$$x_{t|t-1}; z_{t|t-1}; P_{t|t-1}; B_{t|t-1} \quad (t=1, 2, \dots, N)$$

Las ecuaciones de pronósticos de las variables de estado son las siguientes:

$$\begin{aligned} x_t &= \phi x_{t-1} \\ P_t &= \phi P_{t-1} \phi^T + Q \end{aligned}$$

Donde  $Q$  representa la covarianza de la perturbación aleatoria del proceso de estimación de las variables de estado. Las ecuaciones de corrección vienen dadas por:

$$\begin{aligned} K_t &= P_t H_t (H_t P_t H_t^T + R)^{-1} \\ X_t &= X_t + K_t (Z_t - H X_t) \\ P_t &= (I - K_t H) P_t \end{aligned}$$

Donde  $K$  representa la ganancia del filtro de Kalman, la cual minimiza la covarianza del error de la nueva estimación del estado.

Este parámetro de actualización  $K$  es utilizado para obtener el nuevo valor de las variables de estado ( $x_t$ ) y su varianza ( $P_t$ ).

#### IV. ANÁLISIS EMPÍRICO

##### Productividad marginal del capital

Como se menciona en el apartado anterior, la tasa de interés natural viene

a estar determinada como una variable *proxy* de la productividad marginal del capital a partir de la función de producción Cobb-Douglas. Se obtiene considerando un porcentaje de participación del capital en la producción ( $\alpha$ ) multiplicado por la productividad marginal del capital respecto al producto menos su tasa de depreciación, ver ecuaciones (1) y (2).

El coeficiente de participación del capital en Venezuela que se obtiene en la estimación de la función de producción es de 0.556 con una desviación estándar de 0.196.<sup>5</sup> En este estudio se toma el coeficiente menos dos veces su desviación estándar para así obtener un valor de 0.356, esto en consideración al hecho de no diferenciarse entre el capital reproducible y no reproducible (tierra, petróleo, entre otros), y así obtener un mejor modelo.

Una vez obtenido el coeficiente de participación del capital, son utilizados el producto no petrolero, el acervo de capital y la tasa de depreciación de capital neto; aplicando la ecuación (2) se obtiene una aproximación de la tasa de interés natural (ver gráfica II).

En la gráfica II se observa la tasa natural de interés junto con la tasa real observada. La tasa de interés natural muestra un comportamiento estable en el tiempo con valores positivos y muy cercanos a cero. Este resultado coloca a la tasa de interés natural como un indicador estable en el largo plazo.

Para los períodos finales, la tasa de interés natural muestra un ligero comportamiento tendencial de crecimiento, esto pareciera reflejar el crecimiento progresivo que ha tenido la producción no petrolera en Venezuela, en los últimos años.

En la gráfica III, se muestra la brecha entre la tasa de interés real y natural, donde se observa que para finales de los años ochenta y gran parte de la década de los noventa, la diferencia entre la tasa de interés real y la natural era elevada, en comparación con los últimos años de la muestra en estudio.

## **Representación en espacio de los estados**

En esta investigación la formulación de un modelo en espacio de los estados, para la aplicación del filtro de Kalman, tiene por objeto la obtención de una tasa de interés natural acorde con un crecimiento potencial de la economía y una inflación estable.

Dentro de la representación en espacio de los estados se han realizado distintos modelos. Todas estas estimaciones, realizadas por medio del filtro de Kalman, se plantearon según dos perspectivas. En primer lugar, se trabajó con las tasas pasivas de interés reales observadas durante todo el período;

<sup>5</sup> Ver Dorta (2006).

GRÁFICA II



en segundo lugar, se calcularon unas tasas alternativas para solventar algunos inconvenientes presentados en la estimación anterior, a través de la fórmula de la paridad de interés descubierta.

Dentro del marco de la estimación utilizando las tasas de interés observadas, se realizó una estimación univariada y otra considerando los lineamientos de Laubach y Williams (2003), donde se estima la tasa de interés natural teniendo como variables observadas la brecha del producto y la tasa de interés real, dentro de un modelo bivariado.

En el caso univariado se estimó la tasa natural de interés a través de la desagregación de la tasa de interés real efectiva en sus componentes no observados, a través de las siguientes ecuaciones:

$$y_t = T_t + \varepsilon_t$$

$$\nabla T_t = S_{t-1}$$

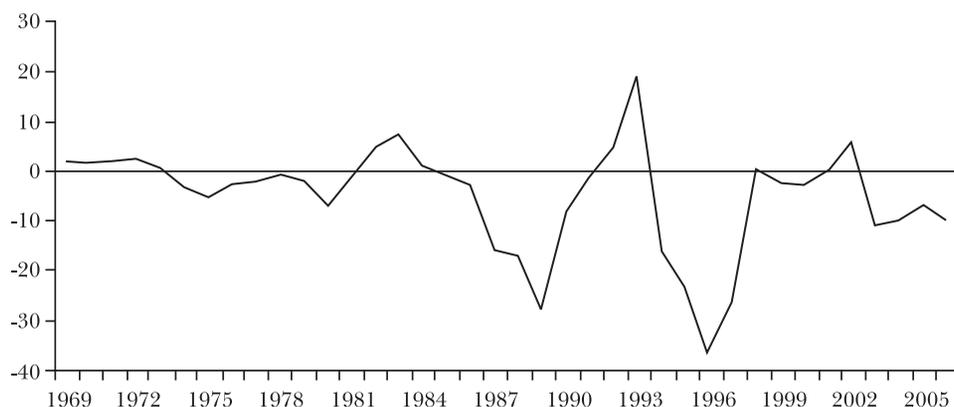
$$\nabla S_t = \eta_t$$

La representación en espacio de los estados de este modelo queda de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} T_t \\ S_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{t-1} \\ S_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \eta_t$$

$$y_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_t \\ S_t \end{bmatrix} + \varepsilon_t$$

**GRÁFICA III.** BRECHA DE TASA DE INTERÉS REAL Y NATURAL, 1969-2005



En la gráfica IV se ha expuesto el resultado de la tasa natural desde el punto de vista univariado, se puede observar un comportamiento similar a las tasas observadas con suavizamiento de los picos observados durante los períodos de mayor fluctuación.

En la gráfica V se observa la brecha calculada como la diferencia entre la tasa observada y la tasa natural obtenida en este cálculo.

Adicionalmente, se consideró la brecha del producto dentro del modelo, con el objeto de obtener una tasa de interés natural acorde con un crecimiento potencial de la economía y con una inflación estable.

El sistema de ecuaciones que conforman el modelo de estimación de la tasa de interés natural a través del espacio de los estados, son las que señalamos a continuación:

— Ecuación para la brecha del producto

$$Z_{t+1} = \phi Z_t + \lambda(1 + L)(r_t - r_t^*) + \varepsilon_{t+1} \quad (3)$$

- Ecuación del producto potencial

$$y_t^* = \mu_r + y_t^* + \theta_y a_t + \varepsilon_t^y \quad (4)$$

- Ecuación de la tasa de interés natural real

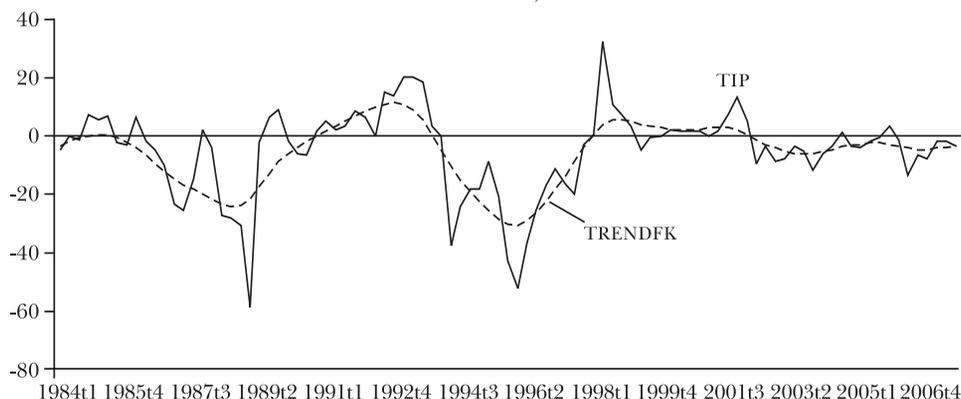
$$r_t^* = \mu_r + \theta_r a_t \quad (5)$$

- Tasa de crecimiento del producto potencial

$$a_{t+1} = \psi a_t + \varepsilon_{t+1}^a \quad (6)$$

Donde:  $Z$  es la brecha del producto;  $r$ , la tasa de interés real;  $r^*$ , la tasa de interés natural real;  $a$ , el crecimiento del producto potencial;  $z$ , los factores aleatorios que capturan otros determinantes de la tasa de interés como son los gustos y preferencias en el tiempo de los hogares, etc.;  $y^*$ , el producto potencial.

GRÁFICA IV. TASA DE INTERÉS REAL Y NATURAL, 1984-2007



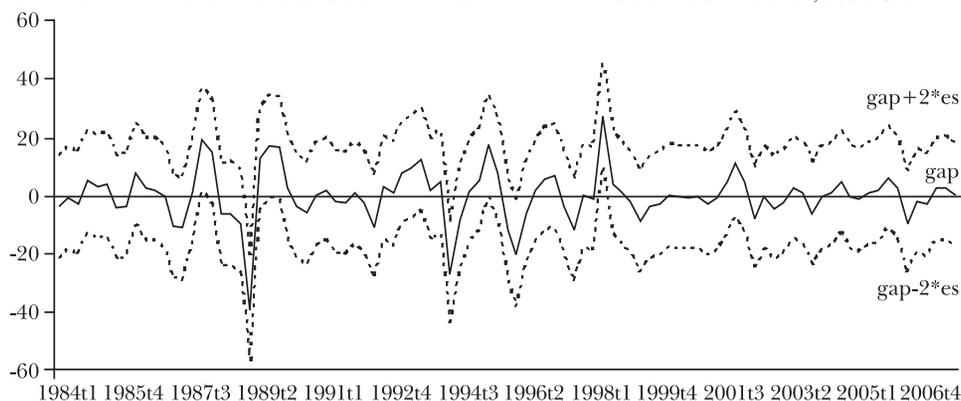
Se asume que  $\varepsilon^z$ ,  $\varepsilon^y$  y  $\varepsilon^a$  son términos de perturbación serialmente y contemporáneamente no correlacionados.

En la ecuación (3) se especifica una ecuación IS de forma reducida donde la brecha del producto es determinada por sus propios rezagos, por la brecha de las tasas de interés y un término de perturbación serialmente no correlacionado.

Adicionalmente, la tasa de interés natural depende de factores reales como el crecimiento del producto potencial, ecuación (5).

Cabe destacar que dado que los determinantes de la tasa de interés considerados en este informe son no observados, se consideraron los resultados obtenidos en el trabajo realizado por Cartaya (2007); en el cual, partiendo de la idea fundamental de Kuttner (1994), se formula un modelo para estimar

GRÁFICA V. BRECHA DE TASAS DE INTERÉS E INTERVALOS DE CONFIANZA, 1984-2007



el producto potencial y la brecha del producto basado en un modelo de componentes no observados bivariado entre el producto real y la inflación; la brecha del producto entra en la ecuación de la inflación a través de la curva de Phillips y el potencial resultante es el nivel del producto en la cual la inflación es constante.

Al transformar este sistema de ecuaciones a su forma en espacio de los estados se tiene:

$$\begin{bmatrix} z_{t+1} \\ \Delta y_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda(1+L) & 0 \\ 0 & \theta_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_t^* \\ a_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda(1+L) \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_t \\ r_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{t+1}^z \\ \varepsilon_t^y \end{bmatrix}$$

Que representan las ecuaciones de medida que recogen la evolución de las variables observadas como una función de variables de estado no observadas.

Por otro lado, las ecuaciones de transición, que describen el comportamiento de las variables no observadas, se expresan por:

$$\begin{bmatrix} r_t^* \\ a_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \theta_r \\ 0 & \psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{t-1}^* \\ a_{t-1} \end{bmatrix} + \varepsilon_t^a$$

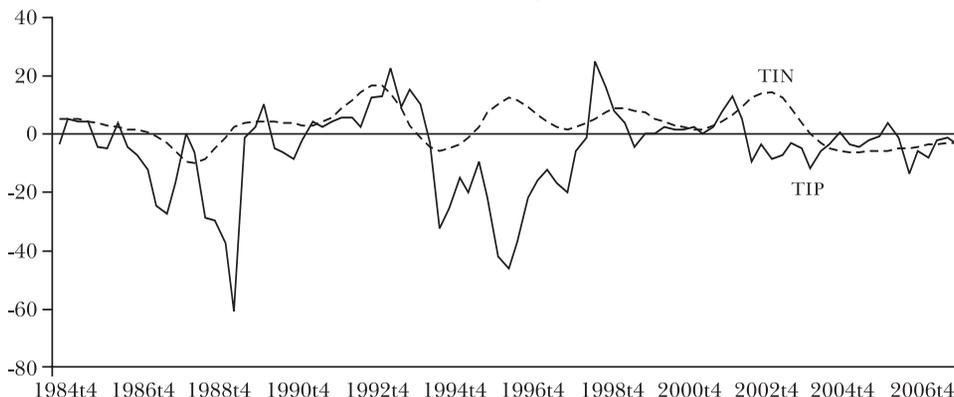
En el caso de esta investigación, aplicando el programa *Matlab*, fueron usados los procedimientos de estimación e inferencia en espacio de los estados disponibles en el *tollbox* E4, el cual permite trabajar con las técnicas descritas por Dennis y Schnabel (1983), incluyendo dos algoritmos de optimización, BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno) y Newton-Raphson. También es posible encontrar en Casals, Sotoca y Jerez (1999) dos métodos rápidos y estables para el cálculo de la verosimilitud de modelos invariantes en el tiempo; uno que incorpora todas las propiedades del filtro de Kalman cuando

se aplican a los modelos de innovaciones en estado estacionario, y el otro procedimiento que permite la aplicación a estructuras generales.

Utilizando el mencionado *toolbox*, fueron calculadas las condiciones iniciales como una primera estimación de los parámetros por medio de la metodología de mínimos cuadrados ordinarios. Asimismo, cabe mencionar que la razón de varianza es calibrada automáticamente.

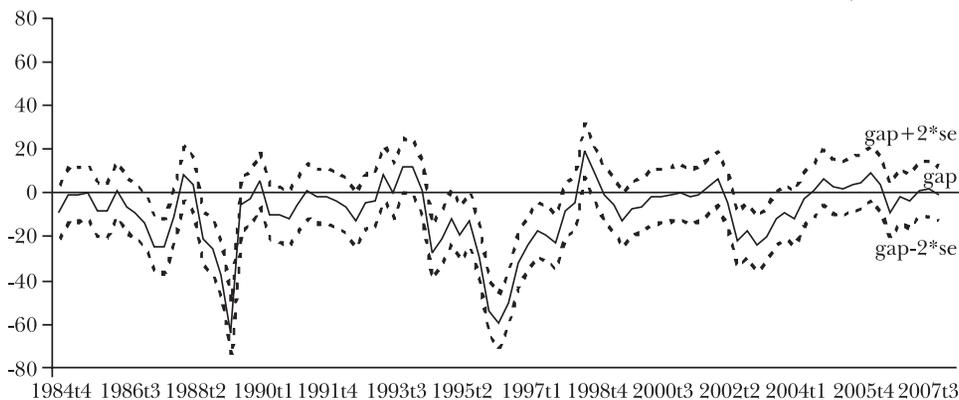
En las gráficas VI y VII se muestran la tasa natural de interés real observada y la tasa natural, así como la brecha, respectivamente.

**GRÁFICA VI. TASA DE INTERÉS REAL Y NATURAL, 1984-2007**



El problema que se haya en ambas estimaciones tiene que ver con las tasas naturales de interés negativas que fueron obtenidas en los distintos cálculos. Este resultado puede parecer lógico dada la naturaleza de las variables observadas, debido a los períodos prolongados de fijación de tasas de interés

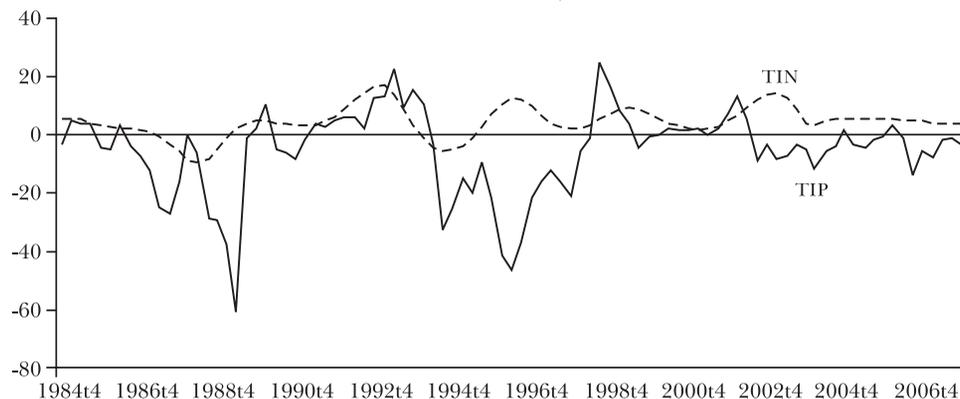
**GRÁFICA VII. BRECHA DE LA TASA DE INTERÉS E INTERVALOS DE CONFIANZA, 1984-2007**



nominales aunados a altas tasas de inflación; aunque a su vez se presenta contra intuitivo desde el punto de vista económico.

Es por esta razón que se decidió retomar la propuesta del cálculo de la tasa natural de interés como aquella que es congruente con un crecimiento potencial de la economía y con una inflación estable, pero tomando como punto de partida la tasa de interés calculada con la fórmula de la paridad de interés descubierta, en la que se involucran las expectativas de depreciación del tipo de cambio y la tasa de interés externa.

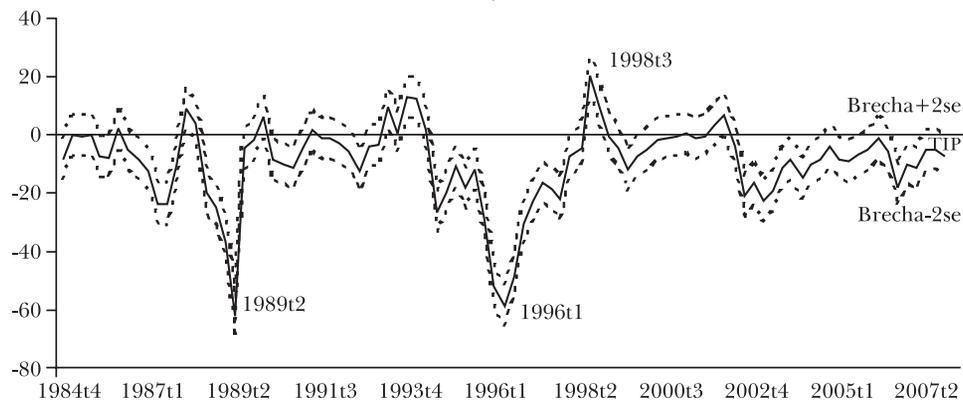
**GRÁFICA VIII.** TASA DE INTERÉS REAL Y NATURAL, 1984-2007



Después de realizar los cálculos pertinentes considerando nuevamente la representación de espacio de los estados del sistema (3)-(6), los resultados son mostrados en las gráficas VIII y IX.

En la gráfica VIII, se presentan las tasas de interés natural y la observada,

**GRÁFICA IX.** BRECHA DE TASAS DE INTERÉS, 1984-2007



y en la gráfica IX se ha colocado la brecha entre ambas tasas, así como también los intervalos de confianza obtenidos en la estimación. Se destacan dos puntos mínimos en la brecha correspondiente al segundo trimestre de 1989 y al primer trimestre de 1996, y un máximo en el período en el tercer trimestre de 1998.

Para los años de proyección se tiene una brecha de tasas de interés de  $-0.39\%$  en promedio, con lo cual la tasa observada a pesar que se encuentra por debajo de la natural, muestra un acercamiento cada vez mayor.

## V. CONCLUSIONES

En esta investigación se calculó la tasa de interés natural bajo dos metodologías. En primer lugar, partiendo de la función de producción Cobb-Douglas como una *proxy* de la productividad marginal del capital. En segundo lugar, tomando en cuenta la brecha y el crecimiento potencial del producto no petrolero se calcula la tasa de interés natural a través de la metodología en el espacio de los estados.

En ambos casos la tasa de interés natural de largo plazo muestra muy poca variabilidad, durante el período de estimación, al ser comparada con los valores observados. Esto parece indicar fuertes cambios en la política monetaria, concerniente a la fijación de las tasas aunado a una gran volatilidad en el proceso inflacionario.

Destaca en ambos cálculos que las tasas observadas se encuentran ubicadas por debajo de la tasa de interés natural, pero muy cercana a ella, producto de políticas monetarias expansivas en la economía, para los períodos finales de la muestra.

Es posible observar la existencia de prolongados períodos de tasas de interés reales negativas durante el período de estimación, lo que podría constituirse en un factor que desestime el ahorro financiero, ante la posibilidad de que los agentes económicos experimenten pérdidas reales en su nivel de riqueza. Así mismo, este contexto distorsiona la percepción del riesgo, lo que induce a las instituciones financieras a limitar el otorgamiento de crédito y preferir la colocación de recursos en activos financieros de bajo riesgo, como es el caso de los títulos de deuda pública.

## REFERENCIAS

Anderson, B., y J. Moore (1979), *Optimal Filtering*, Prentice Hall.

- Banco Central de Venezuela (1984-2005), *Informe Económico*, Departamento de Publicaciones BCV.
- Bomfim, A. (1997), “The Equilibrium Fed Funds Rate and The Indicator Properties of Term-Structure Spreads”, *Economic Inquiry*, vol. 35, nº 4, pp. 830-46.
- Calderón, C., y F. Gallego (2002), “La tasa de interés real neutral en Chile”, *Economía Chilena* (Gerencia de Investigación Económica, Banco Central de Chile), vol. 5, nº 2.
- Cartaya, V. (2007), *Estimando el producto potencial por medio de la representación en espacio de los estados*, texto mimeografiado, Banco Central de Venezuela.
- Casals, J., S. Sotoca y M. Jerez (1999), “A Fast and Stable Method to Computer the Likelihood of Time Invariant State-Space Models”, *Economics Letters*, vol. 65, pp. 329-37.
- Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2006), *Estimación de la tasa de interés para la economía peruana*, Banco Central de Reserva del Perú, junio (Serie de Documentos de Trabajo).
- Dennis, J. E., y R. B. Schnabel (1983), *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (N. J.).
- Dorta, M. (2006), *La función de producción, el producto potencial y la inflación en Venezuela (1950-2005)*, texto mimeografiado, Banco Central de Venezuela.
- Durbin, J., y S. J. Koopman (2001), *Time Series Analysis by State Space Methods*, Oxford University Press.
- Fisher, R. A. (1922), *On the mathematical foundations of theoretical statistics*, Philos. Trans. Roy (Soc. London Ser. A 222 309 368. Z).
- Garnier, J., y B.-J. Wilhelmsen (2005), *The Natural Real Interest Rate and the Output Gap in the Euro Area a Joint Estimation*, European Central Bank (Working Paper Series, nº 546).
- Harvey C., A. (1989), *Forecasting, Structural Time Series Models and The Kalman Filter*, Cambridge University Press.
- Herrou-Aragon, A. (2003), “La regla de Taylor para la tasa de interés”, *Cuadernos de Economía*, vol. 40, nº 121, diciembre, pp. 690-97.
- Kuttner, K. (1994), “Estimating Potential Output as a Latent Variable”, *American Statistical Association*, vol. 12, nº 3, pp. 361-68.
- Laubach, T., y J. C. Williams (2003), “Measuring the Natural Rate of Interest”, *The Review of Economics and Statistics*. 85(4): 1063–1070
- Manrique, M., y J. M. | Marqués (2004) *An Empirical Approximation of the Natural Rate of Interest and Potential Growth*, Banco de España (Documentos de Trabajo, nº 0416).

V. Cartaya, C. Fleitas, J. R. Vivas

Mésonnier, J.-S., y J.-P. Renne (2004), *A Time-Varying Natural Rate of Interest for the Euro Area*, Banque de France.

Taylor, J. B. (1993), “Discretion versus Policy Rules in Practice”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (North-Holland), vol. 39, pp. 195-214.

Wicksell, K. (1828), *Interest and Prices*, reimpresso por Augustus M. Kelley, en Nueva York, 1962.