

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL  
PERÚ**

**ESCUELA DE GRADUADOS**

**MAESTRÍA EN ECONOMÍA**



**TESIS**

**Perú 2002-2006: Función de reacción del  
BCRP y las fluctuaciones del tipo de cambio**

**Tesis para optar el Grado de Maestro en Economía**

**que presenta:**

**Oswaldo Rodolfo Quiroz Marín**

*Marzo, 2008*

## ÍNDICE

Introducción	
1. Estado actual de conocimientos	
1.1 Regla de política monetaria.....	3
1.1.1 Estado actual de conocimientos teóricos .....	3
1.1.2 Estado actual de conocimientos empíricos .....	5
1.1.2.1 Experiencias internacionales de medir una regla de política monetaria .....	5
1.1.2.2 Experiencias nacionales de medir una regla de política monetaria en el Perú.....	6
2. Marco institucional y hechos estilizados .....	8
3. Reglas de políticas monetaria: teorías y modelos .....	12
3.1 Teoría: Regla de política monetaria óptima.....	12
3.2 Mecanismo de Transmisión de la política monetaria y el canal de influencia de las variables determinantes de la función de reacción del BCRP .....	18
4. Hipótesis .....	25
4.1 Hipótesis general.....	25
4.2 Hipótesis específicas.....	25
5. Método econométrico y método de verificación de hipótesis	
5.1 Especificación econométrica del modelo .....	26
5.2 Métodos econométricos .....	27
5.2.1 Método de mínimos cuadrados ordinarios .....	27
5.2.2 Método de estimación del modelo VAR estructural.....	27
5.3 Método de verificación de hipótesis. ....	30
5.4 Periodo de estudios.....	30
5.5 Limitaciones .....	30

6. Análisis de los resultados de la estimación de la función de reacción del BCRP .....	32
6.1 Análisis de resultados del modelo econométrico .....	35
6.1.1 Evaluación del coeficiente de suavizamiento de la tasa de interés en la regla de política .....	35
6.1.2 Evaluación de los coeficientes de las variables determinantes de la regla de política óptima .....	36
6.2 Análisis de resultados del modelo VAR estructural: aplicado a la regla de política monetaria óptima .....	38
6.2.1 Análisis de causalidad y de estacionariedad.....	38
6.2.2 Análisis de impulso-respuesta.....	39
6.2.3 Descomposición de varianza .....	43
7. Conclusiones e implicancias para la política económica .....	45
Bibliografía	
Anexos	

## Perú 2002-2006: FUNCIÓN DE REACCIÓN DEL BCRP Y LAS FLUCTUACIONES DEL TIPO DE CAMBIO

### INTRODUCCIÓN

El principal objetivo anunciado por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) es mantener la inflación en un rango meta. Para lograr tal objetivo, la autoridad monetaria se vale de diversos instrumentos, uno de los cuales es la administración de la tasa de interés de corto plazo. En este sentido y asumiendo que el BCRP sigue una regla de política monetaria, el objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento del instituto emisor, e identificar si sus decisiones respecto a la tasa de interés de referencia toman en consideración las variaciones del tipo de cambio.

El tema de investigación se enmarca en un contexto de economías emergentes, abiertas, pequeñas y fuertemente dolarizadas como es el caso del Perú. Nuestra hipótesis preliminar considera que el BCRP toma en consideración las fluctuaciones del tipo de cambio para establecer la tasa de interés de referencia. En este contexto, se propone una función de reacción que incorpora las fluctuaciones del tipo de cambio en la determinación de la tasa de interés.

En varios trabajos, como los de Morón y Winkelried (2001), Rojas (2001), Vega (2006), que están vinculados a este tema, se establece, en base a simulaciones y calibraciones, los coeficientes de la función de reacción que debiera adoptar el banco central. A diferencia de ellos, el presente trabajo estima una función de reacción que explica cómo ha reaccionado la autoridad

monetaria ante diferentes eventos que han desviado a la inflación, el producto y el tipo de cambio de sus respectivos niveles de largo plazo. La estimación incorpora mecanismos de retroalimentación dado que los bancos centrales frecuentemente suavizan los cambios en las tasas de interés para reducir su volatilidad.

La estructura del trabajo contiene siete secciones. En la primera se presenta el estado actual del conocimiento, donde se resume los principales avances empíricos y teóricos respecto a las reglas de política tipo Taylor que incluyen las fluctuaciones del tipo de cambio. En la segunda se describe el marco institucional en la que se desarrolla el trabajo y se analizan los hechos estilizados. En la tercera sección, se plantea el modelo de Índice de Condición Monetaria desarrollado por Ball (1998), donde se representa la regla de política óptima como un promedio entre la tasa de interés real y el tipo de cambio; y con la ayuda de este modelo se plantean las hipótesis en la cuarta sección. En la quinta sección se presentan los métodos econométricos y los métodos de verificación de hipótesis, en particular, se exponen los métodos de mínimos cuadrados y el método VAR. En la sexta sección, se evalúan los resultados empíricos. Y por último, en la séptima sección, se presentan las conclusiones y las implicancias para la política económica.

## 1. Estado actual de conocimientos

### 1.1 Regla de política monetaria

#### 1.1.1 Estado actual de conocimientos teóricos

Ball (1999) plantea una regla tipo Taylor para economías pequeñas y abiertas, argumentando que la regla original resulta subóptima, debido a que la política monetaria afecta a la economía a través del canal del tipo de cambio tanto como por el canal de la tasa de interés. En este sentido incorporar un término de tipo de cambio en la función de reacción del banco central resulta más apropiado en el caso de economías pequeñas, abiertas y con problemas de dolarización financiera.

Fischer (2000) señala que los diseñadores de política deciden sus acciones entre la necesidad de responder a nuevas informaciones (choques reales, nominales o financieros) y el compromiso de una senda particular para la tasa de interés. Así, la lentitud en la respuesta del instrumento de política monetaria se debe a que la autoridad monetaria tiene conflictos entre objetivos internos (inflación y desempleo) y externos (tipo de cambio). Por ello su respuesta a variaciones del tipo de cambio es retardada, para evitar señales confusas en los mercados cambiarios.

Rojas (2002) especifica una función de reacción tipo Taylor para el BCRP y argumenta que dicha regla debe ser de retroalimentación y depender de las desviaciones de la inflación, del producto y del tipo de cambio real respecto de sus niveles deseados.

Luque y Vega (2003) consideran que la regla de Taylor sin considerar otras variables como el tipo de cambio, es una regla ad-hoc, que no captura la riqueza de información disponible al momento de determinar los valores para las variables que la autoridad monetaria controla.

Cavoli (2006) analiza las políticas monetarias para economías abiertas en vías de desarrollo y con metas explícitas de inflación, argumenta que el tipo de cambio juega un papel importante en la transmisión de choques externos, en las condiciones económicas internas y en la transmisión de las acciones de política, esto, debido a la vulnerabilidad financiera y principalmente a la dolarización de las deudas.

Florián, Salas, y Vega (2006) plantean tres posibles reglas que podría seguir el BCRP para modelar la tasa de interés de referencia: La primera denominada regla previsor, es la regla de Taylor básica; la segunda es la regla previsor que incorpora una respuesta al tipo de cambio; y, la tercera es la regla previsor más intervención cambiaria. En base a estas tres reglas, los autores simularon y calibraron varios escenarios del modelo y llegaron a concluir que la tercera regla (regla previsor mas intervenciones cambiarias) ocasiona menos volatilidad en el producto y los precios.

## 1.1.2 Estado actual de conocimientos empíricos

### 1.1.2.1 Experiencias internacionales de medir una regla de política monetaria.

López (2002) analizó el comportamiento de las tasas de referencia de España, estimó y comparó dos tipos de funciones de reacción para el banco central de este país<sup>1</sup>: La primera considera información perfecta (toma en cuenta las expectativas formuladas por la autoridad monetaria) y la segunda información en tiempo real (información disponible al momento de tomar decisiones), incluyendo en ambos casos la desviación porcentual desestacionalizada del tipo de cambio (DPDTC)<sup>2</sup>. En sus resultados, los coeficientes del DPDTC son significativos y afectan negativamente la tasa de interés, en este sentido los autores argumentan que la autoridad monetaria controló las depreciaciones excesivas de la moneda aumentando su atractivo en los mercados internacionales. Esto se consiguió incrementando los tipos de interés.

Muñoz y Sáenz (2003) incorporan en su modelo de función de reacción para el Banco Central de Reserva de Costa Rica (BCCR) las desviaciones de las devaluaciones del tipo de cambio respecto de su valor programado y en encuentran que el valor de su coeficiente es mayor que la

<sup>1</sup> 
$$i_t = \beta_1 i_t + (1 - \beta_1)[i_{84-92} d_{84-92} + i_{93-98} d_{93-98} + \beta_2 E_t^{BC}(\pi_{t+1} - \pi_{t+1}^*) + \beta_3 E_t^{BC}(y_{t+1} - y_{t+1}^*) + \beta_4 D_t^{TC}(tc_t - tc_t^*)] + e$$

Sustituir en la regla de política las desviaciones futuras realizadas en lugar de las esperadas es equivalente a considerar que el banco central dispone de información perfecta.

<sup>2</sup> Tipo de cambio nominal bilateral peseta/DM con respecto a su paridad central en el Sistema Monetario Europeo, para este estudio, valores positivos significan apreciaciones.



unidad, indicando con ello que la tasa de política reacciona positivamente a las fluctuaciones del tipo de cambio.

Kurczyn Virgen y Jarillo (2006) estudiaron la regla de política monetaria que sigue el Banco Central de México (BANXICO), después de analizar diferentes modelos de regla de Taylor llegaron a la conclusión que el modelo que mejor se ajusta al comportamiento de las tasas de interés de referencia de dicho país fue aquel que incorpora el tipo de cambio. El modelo que toma en cuenta las expectativas a futuro de los agentes tiene un coeficiente significativo de 2.85 para el tipo de cambio, 2.31 para la brecha del producto y 2.60 para la brecha de inflación.

#### **1.1.2.2 Experiencias nacionales de medir una regla de política monetaria en el Perú.**

Florián (2002) analizó el rol que tiene el tipo de cambio en la regla de política monetaria del banco central, utilizando valores simulados para los coeficientes de inflación esperada (0.8), el grado de suavizamiento de la tasa de interés (0.2) y para la brecha del producto (0.5), encontró que la inclusión del tipo de cambio en la regla monetaria genera una menor variabilidad del producto y la inflación. Concluye que adoptar la estrategia de suavizar el tipo de cambio es una respuesta óptima para el corto plazo en economías como el Perú, que presentan un alto grado de dolarización.

Morón y Winkelried (2002) diferenciaron (en términos de dolarización financiera) reglas de política para economías vulnerables y robustas, concluyen que, las economías robustas son significativamente menos

volátiles que las vulnerables, la mayor fuente de volatilidad de la segunda proviene de fluctuaciones del tipo de cambio real, que para el caso de economías vulnerables como el Perú tiene un coeficiente de 0.61, y por tanto recomiendan observar con especial atención las fluctuaciones del tipo de cambio.

Rojas (2002) al analizar la regla tipo Taylor<sup>3</sup> para el BCRP, encontró que, el peso de la brecha de inflación (2.0) es el más importante seguido por el tipo de cambio (1.0) y el producto (0.6), para estos valores el coeficiente de suavizamiento de la tasa de interés ( $\rho$ ) se encuentra en el rango de 0.5 y 0.6, esto de acuerdo a los choques de oferta y/o demanda.

---

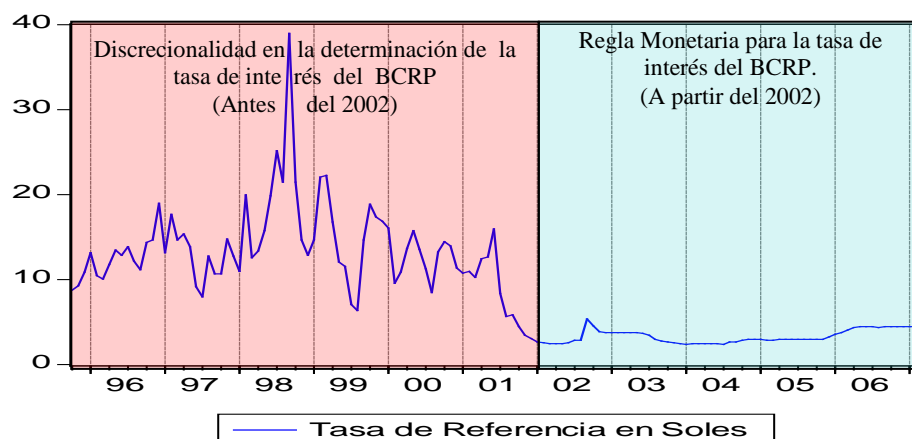
<sup>3</sup>La función de reacción utilizada por este autor fue una con tipo de cambio ( $q_t$ ) y con un coeficiente de suavizamiento ( $\rho$ ):  $i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho) (a (p_t - p_{t+2t}) + b (x_t) + c (dq_t - dq_{t+2t}))$

## 2. Marco institucional y hechos estilizados

El Banco Central de Reserva del Perú a partir del año 2002 adoptó un esquema de meta de inflación en un entorno de economía abierta, fuertemente dolarizada y donde rige un tipo de cambio flexible.

Uno de los instrumentos que tiene el BCRP para mantener bajos niveles de inflación en un rango predeterminado es la tasa de interés interbancaria.

**Gráfico N° 1: Tasa de interés de interbancaria (1995 - 2006)**



**Fuente:** Banco Central de Reserva del Perú ([www.bcrp.gob.pe](http://www.bcrp.gob.pe))

La tasa de interés de referencia en los años previos al 2002 fue muy volátil alcanzando valores que oscilan en el rango de 3% y 39% con una dispersión de  $\pm 5\%$ , en este periodo el instrumento del BCRP fue la oferta de dinero y la tasa de interés interbancaria era determinado por el mercado, en el segundo periodo a partir del 2002, la tasa de referencia reflejó una

marcada estabilidad con un promedio de 3.4% y una dispersión de tan solo  $\pm 0.8\%$ , en este periodo el instrumento del BCRP fue la tasa de interés de referencia mientras que la cantidad de dinero era determinada por el mercado.

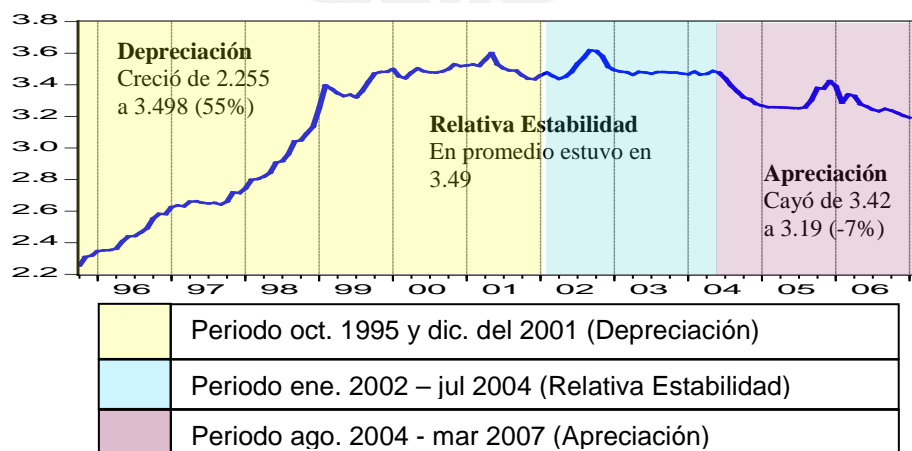
**Cuadro N° 1: Coeficiente de autocorrelación de la tasa de referencia del BCRP**

Coeficiente de Correlación	Periodo		
	1995-2006	1995-2001	2002-2006
$cor(i_t, i_{t-1})$	0.86685	0.56146	0.84760
Varianza	40.6031	23.5988	1.1048
Promedio	8.8232	14.1275	3.5188
Valor máximo	39.0000	39.0000	8.4000
Valor mínimo	2.4000	6.4000	2.4000

**Fuente:** Elaboración propia con la información del Banco Central de Reserva del Perú

Para el periodo 1995-2001, la tasa de referencia del BCRP muestra una autocorrelación mucho más baja (0.56) en relación a la del periodo 2002-2006 que fue de 0.85, además en este segundo periodo la variación de la tasa de referencia es de tan solo 1.10 mucho menor que la variación de 23.60 para el periodo 1995-2001.

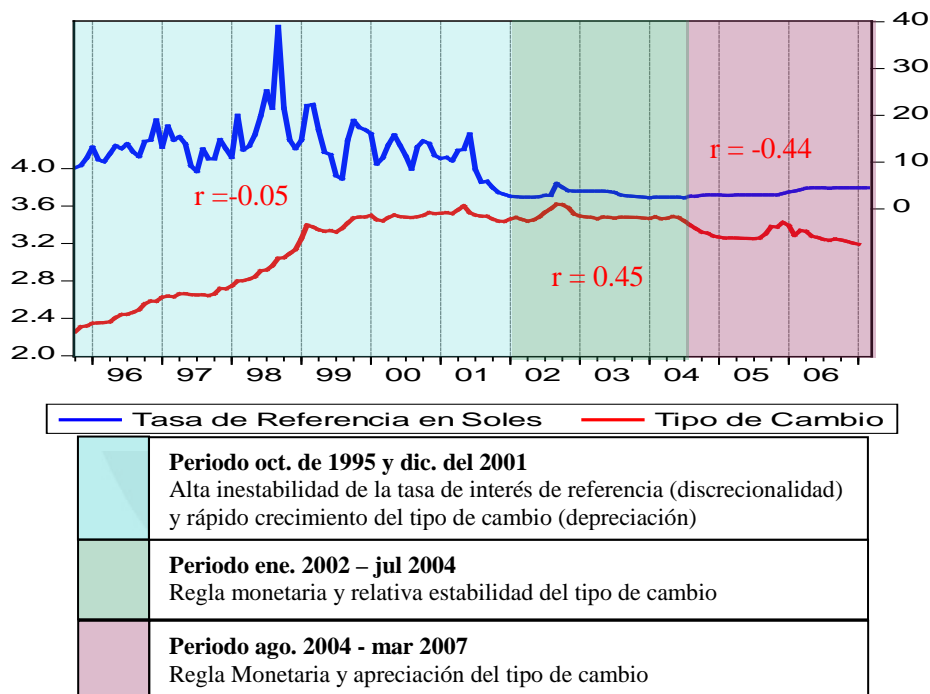
**Gráfico N° 2: Evolución del tipo de cambio (1995-2006)**



**Fuente:** Elaboración propia con la información del Banco Central de Reserva del Perú

La serie de tipo de cambio peruano, ha tenido un comportamiento de franco crecimiento hasta inicios del año 2000 en el cual creció de 2.255 en octubre de 1995 hasta 3.498 soles por dólar en enero del 2000, a partir de este mes y hasta mediados del 2004 se mantuvo en promedio alrededor de 3.493 soles por dólar para después empezar a descender hasta llegar a 3.190 soles por dólar en enero del 2007.

**Gráfico N° 3: Tasa de interés y tipo de cambio**

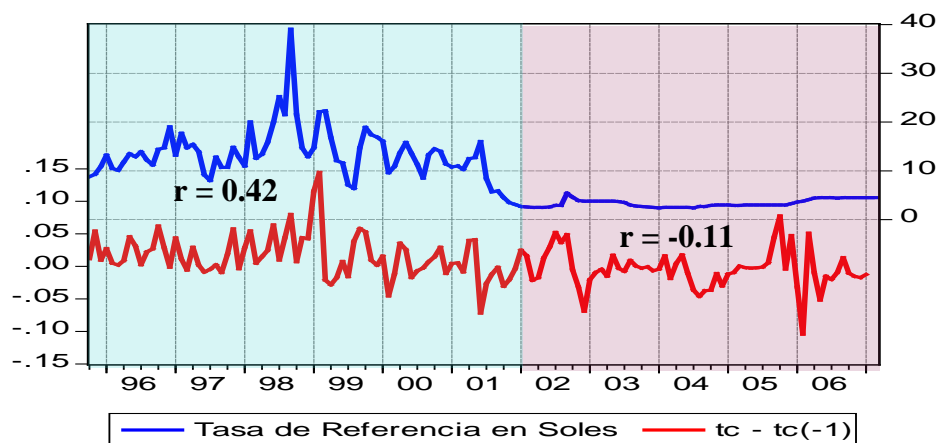


**Fuente:** Elaboración propia con la información del Banco Central de Reserva del Perú

El gráfico N° 3 muestra el comportamiento de las tasas de interés de referencia y el tipo de cambio en forma conjunta. Se observa que para los periodos previos al 2002, el tipo de cambio se incrementa y la tasa de interés de referencia no presenta tendencia y es muy volátil, prácticamente en este periodo la tasa de referencia con el tipo de cambio no tiene ninguna relación temporal, la correlación entre ellas es de tan solo -0.05. A partir del

2002, se puede identificar dos sub-periodos con correlaciones iguales pero de signo contrario: En el primer sub-periodo enero 2002 y julio 2004 el tipo de cambio y la tasa de interés muestran una relativa estabilidad y su correlación temporal es positiva de 0.45; En el segundo sub-periodo agosto del 2004 – marzo del 2007 se muestra una ligera apreciación del tipo de cambio y un leve incremento de la tasa de referencia y la correlación temporal es negativa de -0.44.

**Gráfico N° 4: Tasa de interés de referencia y depreciación absoluta mensual del tipo de cambio**



**Fuente:** Elaboración propia con la información del Banco Central de Reserva del Perú

Los trabajos de Kurczyn, Virgen y Jarillo (2006); León y Muñoz (2004); López (2002) y Rojas (2001) sugieren que se incluya la depreciación del tipo de cambio en la función de reacción. En este sentido se debe buscar la relación entre la tasa de interés de referencia y la depreciación del tipo de cambio.

Al separar la información entre los periodos de alta y relativa volatilidad de la tasa de interés se puede observar que existe una gran diferencia entre las correlaciones de la tasa de referencia y la depreciación del tipo de cambio. En el periodo 1995-2002 la correlación temporal es

positiva 0.42 y en el periodo de relativa estabilidad 2002-2006 se observa una correlación negativa -0.11.

**Cuadro Nº 2: Correlación entre la tasa de interés de referencia y la depreciación del tipo de cambio**

Coeficiente de Correlación <sup>4</sup>	Periodos		
	1995-2006	1995-2001	2002-2007
$cor(i_t, dtc_t)$	0.4178	0.4205	-0.1069
$cor(i_t, dqtc_t)$	0.4463	0.4121	-0.1118

**Fuente:** Elaboración propia con la información del Banco Central de Reserva del Perú (pagina WEB)

### 3. Reglas de políticas monetaria: teorías y modelos

#### 3.1 Teoría : Regla de política monetaria óptima

El modelo que se plantea responde a la estructura de un país en vías de desarrollo con una economía abierta, tal y como lo presentan Ball (1999) y Cavoli (2006)<sup>5</sup>.

El objetivo que persigue la autoridad monetaria, en un contexto de metas de inflación es minimizar en cada momento del tiempo la volatilidad de la inflación respecto de su valor meta y del producto respecto a su valor de pleno empleo.

$$\min \zeta = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i L_{t+i}; \dots \dots \dots (1)$$

---

<sup>4</sup>  $i_t$  : Tasa de interés de referencia y  $tc_t$  : Tipo de cambio,  $dtc = tc_t - tc_{t-1}$ ;  $dqtc = \frac{tc_t}{tc_{t-1}} - 1$

<sup>5</sup> En el modelo planteado por Ball (1998) y Cavoli (2006) un incremento del tipo de cambio significa una apreciación. Por el contrario, para el presente trabajo un incremento del tipo de cambio significa una depreciación de la moneda nacional.

Donde:  $L_t = \mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2$ , es la función de pérdida del Banco Central de Reserva,  $\delta$  es el factor de descuento ínter temporal del objetivo de la autoridad monetaria,  $\pi_t$ , es la brecha de inflación<sup>6</sup>,  $y$  es la brecha de producto<sup>7</sup>, los parámetro  $\mu_y, \mu_\pi$  representan la aversión del banco central a las desviaciones del producto y las desviaciones de la inflación respecto de su valor potencial y su valor meta respectivamente. Estos parámetros determinan el grado de flexibilidad del objetivo inflacionario frente a otros objetivos de política, si su objetivo es una meta de inflación,  $\mu_\pi$  tenderá a la unidad, que significa que la autoridad monetaria le da la máxima importancia al control de la inflación.

**Ecuación de demanda:**

$$y_t = \varpi y_{t-1} - \beta r_{t-1} + \kappa q_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (2)$$

Donde:  $y_t$  es la brecha del producto real,  $r_t$  es la tasa de interés real,  $q_t$  es la brecha del tipo de cambio real,  $\varepsilon_t$  representa los choques de producto;  $\varpi, \beta, y \kappa$  son coeficientes positivos. La ecuación (2) representa la ecuación de demanda agregada para una economía abierta, donde el nivel de producto depende de su propio rezago, del rezago de la tasa de interés y del rezago del tipo de cambio, un incremento de esta última indica

---

<sup>6</sup> Diferencia entre la inflación subyacente ( $\Pi$ ) y la inflación meta ( $\Pi^{meta}$ )

<sup>7</sup>  $y = Y - \bar{Y}$ , medido en desviación porcentual dado que  $Y$  e  $\bar{Y}$  están en logaritmos.



una depreciación de la moneda nacional e impacta positivamente sobre el nivel de producto.

### **Ecuación de oferta de corto plazo (curva de Phillips):**

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha y_{t-1} + \phi(q_{t-1} - q_{t-2}) + \eta_t \dots\dots\dots (3)$$

La ecuación (3) hace referencia a la curva de Phillips para una economía abierta. Esta ecuación muestra que la inflación responde a la inflación rezagada, al nivel de producción y a la depreciación del tipo de cambio en el periodo anterior. Ball (1998) al respecto argumenta que “la variación en el tipo cambio afecta la inflación porque es pasado directamente de la importación de precios”,  $\eta_t$ , es el choque de la inflación,  $\alpha$  y  $\phi$  son parámetros positivos.

### **Ecuación de relación de tipo de cambio y tasa de interés real:**

$$q_t = -\theta r_t - v_t \dots\dots\dots (4)$$

La ecuación (4) es una forma reducida<sup>8</sup> de la relación entre el tipo de cambio y la tasa de interés real, formaliza la idea de que una elevación de la tasa de interés hace más atractivos los activos internos haciendo que los capitales ingresen al país elevando de esta manera el tipo de cambio real de la economía, El parámetro,  $v_t$  captura los efectos de la prima por riesgo, la confianza de los inversionistas, la tasa de interés externa y las

<sup>8</sup> Esta forma reducida según Cavoli (2006), puede ser derivado de la combinación de la ecuación de paridad de tasas de interés descubierta con prima por riesgo y de la Paridad de Poder de Compra Relativa.

expectativas de inflación interna y externa sobre el tipo de cambio real. Al despejar la tasa de interés de la ecuación (3) y reemplazando el resultado en la ecuación (2) obtenemos.

$$y_{t+1} = \omega y_t + \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_t + \varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (5)$$

La ecuación (3) de oferta de corto plazo y la ecuación (5) de demanda agregada, así expresadas, representan un sistema de ecuaciones<sup>9</sup> en diferencia donde las variables de estado son  $\pi_t$  e  $y_t$  y la variable de control es  $q_t$ . Este sistema de ecuaciones nos permitirá formular una regla de política de tasa de interés dado que  $q_t = -\theta r_t - v_t$

**Regla óptima:**

Para obtener la regla óptima, que permita minimizar la volatilidad de la inflación y del producto, la autoridad monetaria minimiza su función de pérdida intertemporal:

$$\min \zeta = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i L_{t+i} ; \dots\dots\dots (1)$$

Sujeto a:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha y_t + \phi(q_t - q_{t-1}) + \eta_{t+1} \dots\dots\dots (3)$$

$$y_{t+1} = \omega y_t + \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_t + \varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (5)$$

---

<sup>9</sup> Ver Cavoli (2006).

El BCRP tomará sus decisiones de política orientadas a cumplir su objetivo de inflación meta. Sin embargo existen razones suficientes para controlar la volatilidad del tipo de cambio en una economía en vías de desarrollo y con dolarización (un miedo a flotar<sup>10</sup>). En este sentido el tipo de cambio juega un rol importante en el diseño de política, y como el tipo de cambio es una determinante de la inflación y del producto, modificamos la presentación de la función objetivo de la ecuación (1) y la expresamos de la siguiente forma:

$$\min_{q_t} \zeta = \delta^0 E_t [\mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2] + \delta^1 E_t [\mu_\pi \pi_{t+1}^2 + \mu_y y_{t+1}^2] + \sum_{i=2}^{\infty} \delta^i L_{t+i} \dots (6)$$

Reemplazando las restricciones (3) y (5) en la función objetivo obtenemos:

$$\begin{aligned} \min_{q_t} \zeta = & \mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2 \\ & + E_t \sum_{i=1}^{\infty} \delta^i \left[ \mu_\pi \left( \pi_{t+i} + \alpha y_{t+i} + \phi(q_{t+i} - q_{t+i-1}) + \eta_{t+i+1} \right)^2 \right] \dots (7) \\ & + E_t \sum_{i=1}^{\infty} \delta^i \left[ \mu_y \left( \omega y_{t+i} + \frac{\beta}{\theta} v_{t+i} + \left( \kappa + \frac{\beta}{\theta} \right) q_{t+i} + \varepsilon_{t+i+1} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

Derivando la ecuación (7) con respecto al tipo de cambio real ( $q_t$ ) y simplificando la expresión obtenemos la ecuación de Euler:

$$\frac{E_t \left[ y_{t+1+i} \right]}{E_t \left[ \pi_{t+1+i} \right]} = - \frac{\phi \mu_\pi}{\left( \kappa + \frac{\beta}{\theta} \right) \mu_y} \dots (7.1)$$

<sup>10</sup> Ver Calvo y Reinhart, 2002.

La ecuación de Euler indica que para obtener la regla óptima, la autoridad monetaria debe igualar la tasa marginal de sustitución intertemporal entre el nivel de producto y la inflación con el peso relativo que se le da a cada uno de ellos.

Reemplazando las volatilidades de la inflación y del producto y despejando la tasa de interés obtenemos<sup>11</sup>.

$$i_t = \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2 \mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2 \mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} + \varepsilon_\pi \dots (8)$$

La ecuación (8) representa la regla de política óptima derivada de la función de pérdida del banco central, esta ecuación óptimamente obtenida indica que la autoridad monetaria reaccionara modificando la tasa de interés de referencia, ante los desvíos de la inflación, del producto y del tipo de cambio.

Por otro lado, se ha documentado empíricamente que los bancos centrales frecuentemente suavizan los cambios en las tasas de interés, ya que consideran que hay costos adicionales relacionados con la volatilidad de la tasa de interés. Por lo tanto, tener en cuenta que los movimientos en la tasa de interés son suavizados es importante para que el modelo sea empíricamente relevante, en este sentido el parámetro  $\rho$  de la regla de política óptima expresada en la ecuación (9) considera este efecto de suavizamiento o inercia.

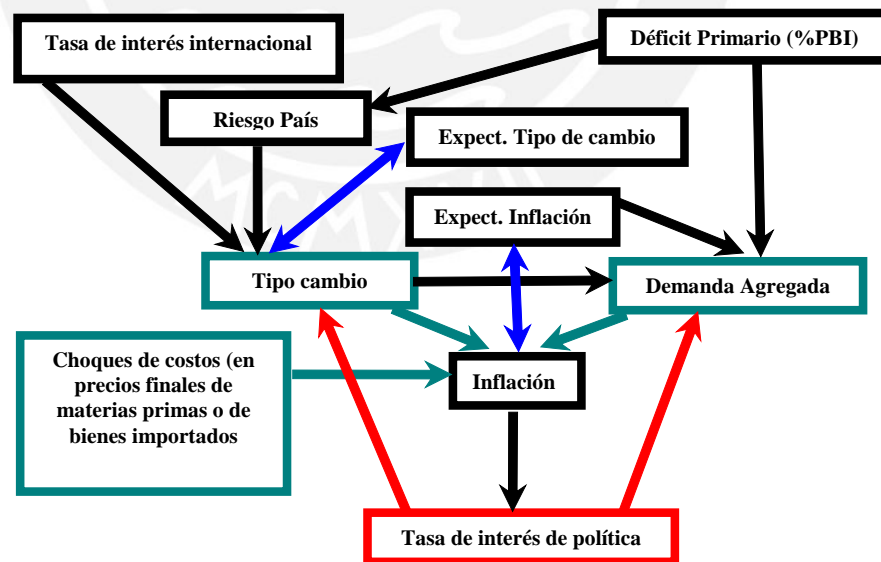
<sup>11</sup> Para obtener la ecuación (8) se reemplazo la tasa de interés real por su respectiva tasa de interés nominal.

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho) \left( \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{\omega}{\beta} + \frac{\phi\alpha}{A\beta} \frac{\mu_\pi}{\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2\mu_\pi + A\mu_y\kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2\mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} \right) + v_t \dots (9)$$

La expresión (9) representaría la regla de política óptima para una economía abierta en la que el banco central reacciona ante los rezagos de la tasa de interés nominal de corto plazo, ante los cambios de la inflación, de la brecha de producto, de la brecha de inflación y de la brecha de tipo de cambio real tanto en el periodo actual como de su rezago.

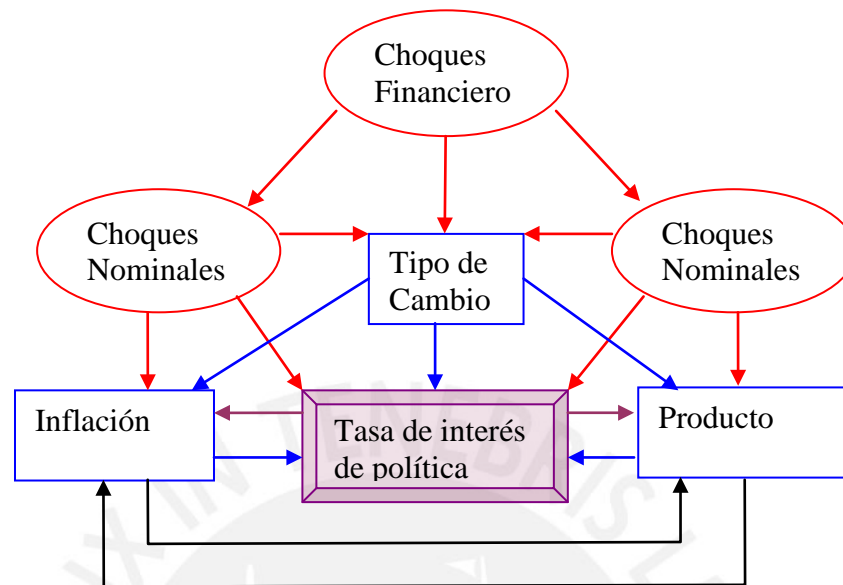
### 3.2 Mecanismo de transmisión de la política monetaria y el canal de influencia de las variables determinantes de la función de reacción del BCRP.

Esquema N° 1: Transmisión de la política monetaria<sup>12</sup>



<sup>12</sup> Tomado de Rojas (2001) Pg. 18

## Esquema Nº 2: Transmisión de la política monetaria en choques



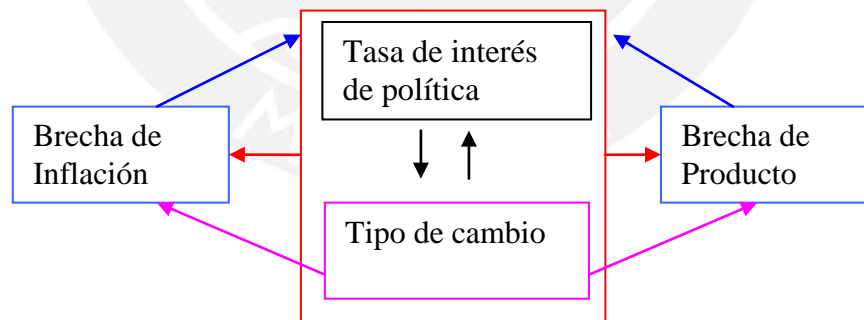
El mecanismo de transmisión de los instrumentos de política hacia el resto de la economía se da a través de diversos canales y toma tiempo en materializarse.

Con respecto al instrumento de la tasa de interés de referencia, una política monetaria restrictiva (incremento de la tasa de interés de política), hace caer el gasto privado en inversión y consumo, así, las presiones de demanda agregada son afectadas y provoca una disminución de la inflación. ( $\uparrow i_t \Rightarrow \downarrow y_t \Rightarrow \downarrow \pi_t$ ).

Por otro lado, este incremento de la tasa de interés de política produce una apreciación de la moneda local, disminuyendo la inflación de los bienes importados, lo que afecta nuevamente la brecha de producto por el lado de la demanda externa. ( $\downarrow q_t \Rightarrow \downarrow \pi_t \Rightarrow \downarrow y_t$ )

En este sentido el manejo de las tasas de interés permite al banco central no sólo ejecutar políticas monetarias para alcanzar su principal objetivo (inflación dentro de un rango de inflación meta), sino que una vez alcanzado un nivel de estabilidad, la producción igualmente alcanzaría su nivel de pleno empleo. Es así, que, el controlar la tasa de interés es una manera eficiente de hacer política monetaria, es por eso que se debe identificar claramente cuales son las variables determinantes de la tasa de interés de referencia y como estas la influyen. De acuerdo a la ecuación de regla de política óptima obtenida en la ecuación (9), las principales variables que afectan a la tasa de interés de referencia del banco central, son la brecha de producto, la brecha de inflación, la brecha de tipo de cambio real.

### Esquema N° 3: Causalidad teórica en el modelo de la regla de política monetaria



Si existen choques de oferta o demanda que incrementen la volatilidad de la brecha de inflación o la brecha de producto (flechas azules), la autoridad monetaria reaccionará de acuerdo a su regla de política de tasas de interés.

Si en la economía existe una fuerte volatilidad del tipo de cambio, la autoridad monetaria tendrá dos herramientas para regular esta volatilidad. La primera, de corto plazo, son las intervenciones esterilizadas en el mercado abierto (compra y venta de dólares) y la segunda, de mediano plazo vía tasas de interés de referencia. Es de mediano plazo, porque la variación del tipo de cambio en un primer momento afecta tanto al nivel de producto y al nivel de precios y estos influyen sobre la volatilidad de la brecha de inflación y la brecha de producto lo cual llevara a la autoridad monetaria a ajustar la tasa de interés de referencia.

**Efectos de la variación de la tasa de interés rezagada**  $0 > \frac{\partial i_t}{\partial i_{t-1}} < 1$ :

Representa el comportamiento cauteloso y medurado de la autoridad monetaria, con el objetivo de suavizar el comportamiento de la tasa de interés.

**Efectos de la variación de la brecha de producto**  $\frac{\partial i_t}{\partial y_t} > 0$ :

Una variación positiva de la producción observada respecto a la producción potencial, ocasionará un incremento de la inflación y el producto en los siguientes periodos, de acuerdo a la intensidad de incremento de la inflación esperada, los directores del banco central reajustaran la tasa de interés de referencia para evitar que la inflación se desvíe demasiado de su rango meta anunciado.

Choque de demanda	Acción del BCRP
$\uparrow y_t \Rightarrow \uparrow y_{t+1} \quad \uparrow \pi_{t+1}$	$\uparrow i_t \Rightarrow \downarrow y_{t+1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$



**Efectos de la variación de la brecha de inflación**  $\frac{\partial i_t}{\partial \pi_t} > 0$ :

Si las firmas y los agentes económicos tienen expectativas de inflación mucho mayor a la inflación meta anunciada por el banco central, esto indudablemente elevará la inflación en el siguiente periodo. Entonces, la acción del banco central debe orientarse a disminuir la variación de precios incrementando la tasa de interés de referencia.

Choque de inflación	Acción del BCRP
$\uparrow \pi_t \Rightarrow \uparrow \pi_{t+1}$	$\uparrow i_t \Rightarrow \downarrow y_{t+1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$

**Efectos de la variación de la brecha de tipo de cambio**  $\frac{\partial i_t}{\partial q_t} > 0$ :

Si la economía sufre una depreciación de la moneda nacional (una subida del tipo de cambio), el nivel de precios actual se alterará incrementando la volatilidad de la inflación y el producto en el siguiente periodo, en este caso el banco central buscará minimizar este efecto mediante un ajuste de la tasa de interés de referencia.

Choque de tipo de cambio real	Acción del BCRP
$\uparrow q_t \Rightarrow \uparrow y_{t+1} \uparrow \pi_{t+1}$	$\uparrow i_t \Rightarrow \downarrow y_{t+1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$

Este es un resultado esperado y es indicativo de la interacción del tipo de cambio con la tasa de interés aunque no esté presente en la función de pérdida de la cual se deriva.

**Efectos de la brecha de tipo de cambio rezagada**  $\frac{\partial i_t}{\partial q_{t-1}} < 0$ :

Si la economía sufrió un incremento del tipo de cambio en el periodo anterior, su efecto sobre la inflación esperada tiene dos canales, por el lado de la demanda y por el lado de la oferta.

- Por el lado de la demanda.- Un incremento rezagado del tipo de cambio incrementa el producto en el periodo actual y por lo tanto ocasiona un incremento de la inflación en el siguiente periodo.

**Choque del rezago del tipo de cambio real (lado de la demanda)**

$$\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \uparrow y_t \Rightarrow \uparrow \pi_{t+1}$$

- Por el lado de la oferta, el incremento del tipo de cambio real en el periodo anterior ocasionará directamente una disminución de precios para el siguiente periodo.

**Choque del rezago del tipo de cambio real (lado de la oferta)**

$$\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$$

Como se puede observar, los efectos por el lado de la demanda y por el lado de la oferta sobre la inflación esperada son opuestos, sin embargo, de acuerdo a la estructura de las ecuaciones (2) y (3) el impacto por el lado de la oferta prevalece, en este sentido, depreciaciones<sup>13</sup> del rezago del tipo de cambio real impactan negativamente sobre el desvío de

<sup>13</sup> Morón y Winkelried (2003) argumentan que en una economía financieramente vulnerable la depreciación real es contractiva, básicamente porque el efecto riqueza domina el efecto precio. Una depreciación real incrementa la competitividad de la economía pero al mismo tiempo reduce el patrimonio neto de las firmas, ya que estas tienen sus pasivos dolarizados ...

la inflación respecto de su meta, por tanto el banco central reaccionara disminuyendo la tasa de referencia para minimizar la volatilidad de la inflación.

<b>Lado de la demanda:</b> $\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \uparrow y_t \Rightarrow \uparrow \pi_{t+1}$	<b>Acción del BCRP</b> $\downarrow i_t \Rightarrow \uparrow y_{t+1} \Rightarrow \uparrow \pi_{t+1}$
<b>Lado de la oferta:</b> $\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$	
<b>Efecto total:</b> $\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$	

Por otro lado, se puede asumir que una depreciación moderada del rezago del tipo de cambio no influirá en el largo plazo a la inflación, dado que sus efectos se podrían anular<sup>14</sup>, por lo tanto el banco central no tendría que reaccionar.

<b>Lado de la demanda:</b> $\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \uparrow y_t \Rightarrow \uparrow \pi_{t+1}$	<b>Acción del BCRP</b> $\bar{i}_t$ no reacciona
<b>Lado de la oferta</b> : $\uparrow q_{t-1} \Rightarrow \downarrow \pi_{t+1}$	
<b>Efecto total Anulado:</b>	

<sup>14</sup> Céspedes y otros (2000) basados en un modelo en el cual los efectos de hoja de balance son importantes, muestran que los efectos contractivos de la depreciación del tipo de cambio real a través del canal de hojas de balance serán más que compensados por otros canales.

## 4. Hipótesis

### 4.1 Hipótesis general.

El BCRP sigue una regla de política monetaria y sus decisiones respecto a las tasas de interés de referencia son determinadas de acuerdo a las variaciones en la brecha de producto, la brecha de inflación y la brecha contemporánea y rezagada del tipo de cambio así como también de un componente suavizador de la tasa de interés.

### 4.2 Hipótesis específicas.

- Las variaciones positivas de la brecha del producto afectan significativa y positivamente las tasas de interés de referencia del BCRP.
- Las desviaciones de la inflación observada por encima de la meta inflación anunciada por el BCRP son consideradas importantes para ajustar positivamente las tasas de interés de referencia del BCRP.
- Las desviaciones del tipo de cambio real respecto de su nivel de tendencia de largo plazo, influye positivamente sobre la tasa de interés de referencia del BCRP.
- Desviaciones rezagadas del tipo de cambio real superiores a su valor de largo plazo ajustan negativamente la tasa de interés de referencia de la autoridad monetaria.

## 5. Método econométrico y método de verificación de hipótesis

### 5.1 Especificación econométrica del modelo

La regla de política monetaria óptima definida en la ecuación (9) para la economía peruana se puede reescribir de la siguiente manera:

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho) (\sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + f_\pi \pi_t + f_y y_t + f_{1q} q_t + f_{2q} q_{t-1}) + v_t$$

Donde:  $f_y = \frac{\varpi}{\beta} + \frac{\phi \alpha \mu_\pi}{A \beta \mu_y} > 0$        $f_\pi = \frac{\phi \mu_\pi}{A \beta \mu_y} > 0$

$$f_{1q} = \frac{\phi^2 \mu_\pi + A \mu_y \kappa}{A \beta \mu_y} > 0$$

$$f_{2q} = -\frac{\phi^2 \mu_\pi}{A \beta \mu_y} < 0$$

Las variables  $y_t$  y  $q_t$  están en logaritmos y son medidas en desviaciones respecto de sus tendencias de largo plazo,  $\pi_t$  está medida en desviaciones respecto de su valor meta.

$$y_t = Y - Y^{Pot} \quad q_t = e - e^{Tend} \quad \pi_t = \Pi - \Pi^{meta}$$

Dado que la inflación meta para el periodo de estudio enero del 2002 - diciembre del 2006 es constante e igual a 2.5%, se puede replantear la ecuación anterior de la siguiente manera

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho) (f_0 + f_{1\pi} \pi_t + f_y y_t + f_{1q} q_t + f_{2q} q_{t-1}) + v_t$$

Donde:  $f_0 = \sigma_0 + \sigma_1 (2.5\%)$        $f_{1\pi} = \sigma_1 + \frac{\phi \mu_\pi}{A \beta \mu_y} > 1$

Para encontrar los coeficientes de la función de reacción del banco central, en primer lugar se analiza cada variable individualmente, se estudia su comportamiento en el periodo analizado y se descarta la posibilidad de que sean variables no estacionarias.

El primer intento de encontrar los coeficientes significativos de la función de reacción, considerando que las variables estudiadas son estacionarias, es mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios. En caso de que las series no sean estacionarias se procede a estacionarizarlas (eliminando la raíz unitaria) para luego estimar un modelo de vectores autoregresivos (VAR), basados en la metodología de Bhundia (2002).

## **5.2 Métodos econométricos**

### **5.2.1 Método de mínimos cuadrados ordinarios**

La utilización de este método implica, en primer lugar descartar problemas de raíz unitaria, posteriormente se realiza el análisis estadístico y econométrico para identificar, corregir y descartar problemas de autocorrelación, multicolinealidad, y heterocedasticidad, y finalmente se procede a la contrastación y verificación de las hipótesis mediante el análisis económico de los resultados.

### **5.2.2 Método de estimación del modelo VAR estructural**

La metodología VAR para modelar y capturar el comportamiento volátil de las variables que determinan la tasa de interés de política, es un

complemento analítico del modelo econométrico planteado en la sección anterior, para esto se debe tener en cuenta la estacionariedad de las variables y la causalidad estadística y teórica.

Para estimar los resultados del modelo VAR se utiliza la estructura de ecuaciones de demanda, de oferta y de tipo de cambio de la sección anterior, incluyendo la regla de política óptima obtenida de la ecuación (8.1).

$$y_t = \omega y_{t-1} + \frac{\beta}{\theta} v_{t-1} + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_{t-1} + \varepsilon_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha y_{t-1} + \phi(q_{t-1} - q_{t-2}) + \eta_t \dots\dots\dots (3)$$

$$q_t = -\theta r_t - v_t \dots\dots\dots (4)$$

$$w i_t^{op} = f_0 + f_{1\pi} \pi_t + f_{1\pi} \pi_t^{GAP} + f_y y_t^{GAP} - f_{2i} q_{t-1}^{GAP} + (1-w) q_t + \varepsilon_{1r} \dots\dots\dots (8.1)$$

De acuerdo a los relaciones de causalidad teórica del esquema N° 3, se asume que la variable tasa de interés es la más endógena seguido por la brecha de tipo de cambio, la brecha de producto y la brecha de inflación. En este sentido el sistema reducido del modelo VAR estructural quedaría expresada de la siguiente manera.

$$\begin{pmatrix} \pi_t \\ y_t \\ q_t \\ i_t^{op} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{22} & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_t \\ \varepsilon_t \\ v_t \\ \varepsilon_t^{op} \end{pmatrix}$$

- $\eta_t$  y  $\varepsilon_t$ , representan los choques de la oferta y demanda agregada, en este sentido representan los choques nominales y reales de la economía.
- $\nu_t$  y  $\varepsilon_t^{op}$ , son los choques de tipo de cambio (incluyen los choques del sector externo, los choques de prima por riesgo) y los choques de tasas de interés de corto plazo. Estos dos choques en general representan los choques financieros de la economía.
- $c_{34}$  y  $c_{43}$  indican explícitamente la reacción de la autoridad monetaria utilizando una regla de política mixta entre tasas de interés y tipo de cambio.

El cuadro N° 3 resume las respuestas que deberían esperarse, tanto en el corto y largo plazo, para los choques nominales, reales y financieros.

**Cuadro N° 3: Respuestas esperadas en el corto (C) y largo plazo (P)**

Tipo de choque	Brechas					
	Inflación		Producto		Tipo de cambio	
	C	L	C	L	C	L
Choque de precios $\eta_t$	(+)	(+)	(-)	0	(+)	(+)
Choque demanda $\varepsilon_t$	(+)	0	(+)	(+)	0	(+)
Choque de tipo de cambio $\nu_t$	(+)	(+)	(+)	0	(+)	0
Choque de tasa de interés de política $\varepsilon_t^{op}$	0	(-)	0	(-)	(+)	(+)

**Fuente:** Construcción propia en base a la teoría expuesta en la primera parte de este trabajo



### 5.3 Método de verificación de hipótesis.

Las hipótesis planteadas en la presente investigación son básicamente de causalidad y para su contrastación se ha utilizado modelos estructurales dinámicos, además el estudio al pretender dar un alcance de cómo se comporta la función de reacción del banco central utiliza el método VAR estructural especialmente el análisis de impulso-respuesta.

### 5.4 Periodo de estudio.

El periodo analizado para el presente estudio es enero 2002 - diciembre 2006, dado que el Banco Central de Reserva del Perú comenzó a utilizar la metodología de metas explícitas de inflación a través del instrumento de tasas de interés a inicios del 2002. Los datos para cada una de las variables son de periodicidad mensual, lo cual se debe a que el BCRP varía la tasa de interés de referencia mensualmente, luego de la reunión de su directorio.

### 5.5 Limitaciones.

El presente trabajo no considera las operaciones de mercado abierto (compra y venta de dólares en el mercado de divisas) que realiza el banco central para controlar la volatilidad del tipo de cambio y la inflación, por dos razones.

- El modelo se deriva de un proceso de optimización de la función de pérdida de la autoridad monetaria así como también de su prudencia al

momento de determinar su tasa de interés de referencia mensual. Este proceso no incorpora la intervención en el mercado de divisas.

- La frecuencia de la inflación, el producto y la tasa de interés tienen una variación significativa en forma mensual, mientras que las intervenciones del banco central en el mercado de divisas tienen una frecuencia interdiaria.



## 6. Análisis de los resultados de la estimación de la función de reacción del BCRP.

La regla de política monetaria óptima planteada incluye un suavizamiento intertemporal de la tasa de interés de referencia, para contrastar las hipótesis del trabajo, primero comprobamos la validez de este régimen de suavizamiento<sup>15</sup>, para ello se ha regresionado las dos siguientes ecuaciones.

$$i_t = f_0 + f_{1\pi} \pi_t + f_y y_t + f_{1q} q_t + f_{2q} q_{t-1} + \varepsilon_t \dots\dots\dots (1)$$

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho)(f_0 + f_{1\pi} \pi_t + f_y y_t + f_{1q} q_t + f_{2q} q_{t-1}) + v_t \dots (2)$$

La ecuación (1) no incluye el suavizamiento de las tasas de interés de referencia, mientras que la ecuación (2) recoge este efecto mediante el coeficiente  $\rho$ .

**Cuadro N° 4: Reglas de política de tasas de interés**

	Sin suavizamiento de tasas de interés		Con suavizamiento de tasas de interés	
	Coefficientes	t-stat	Coefficientes	t-stat
$\rho$	-	-	0.609984	7.902202
$f_0$	0.070582	16.81097	0.063507	8.387126
$f_{1h}$	2.776561	9.016937	2.255487	4.072425
$f_y$	0.115120	2.351046	0.180882	1.880736
$f_{1q}$	0.097851	2.187645	0.311828	1.912734
$f_{2q}$	0.008553	0.198829	-0.079044	-0.526123
	$R^2 = 0.6355$	DW: 0.7684	$R^2 = 0.8078$	DW: 1.7364

Ver regresión N° 1 y 2 del Anexo 1

<sup>15</sup> Woodford (1999) argumenta que cuando se introduce un coeficiente de suavizamiento intertemporal de la tasa de interés, se obtiene un comportamiento mesurado y cauteloso de la autoridad monetaria, en el mismo sentido, Rojas (2001) argumenta que “El grado de respuesta a desviaciones de la meta de inflación y del nivel de producto potencial está determinado por el grado de suavizamiento...” de la tasa de interés

Teniendo en cuenta que las variables no presentan problemas de raíz unitaria, se obtuvo el resultado que se muestra en el cuadro N° 4. La ecuación que incorpora el componente suavizador o inercial de la tasa de interés presenta mejores resultados estadísticos y económicos; además, se encontró que la tasa de interés rezagada en la ecuación (2) no es una variable redundante<sup>16</sup>. De este modo, podemos argumentar que el instrumento de política del banco central debe contener un componente de suavizamiento que enriquezca los resultados estadísticos y convalide el argumento de que las autoridades monetarias son muy cautelosas en el manejo de las tasas de interés.

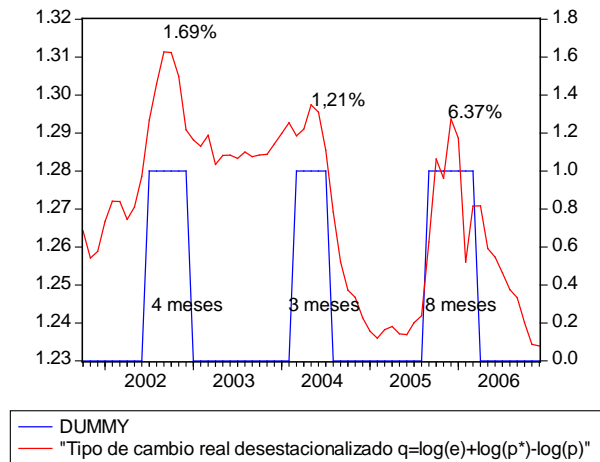
Por otro lado, siguiendo con el análisis de los resultados de la ecuación (2), se observa que el rezago del tipo de cambio real no es significativo y analizando los periodos de fuertes devaluaciones del tipo de cambio gráfico N° 5, se incorporó una variable cualitativa<sup>17</sup> que representa las fuertes devaluaciones del tipo de cambio real, esta variable explica que el banco central no ajusta sus decisiones en base a los rezagos del tipo de cambio real en periodos de relativa estabilidad, pero si lo hace cuando existen devaluaciones muy fuertes de la moneda nacional.

---

<sup>16</sup> El test de Wald dio un F-stat de 62.81 que rechaza la hipótesis de que dicha variable sea redundante. Rojas (2001) en este sentido argumenta que el suavizamiento en la tasa de interés reduce la volatilidad del producto pero no la volatilidad de la inflación, el valor que se encontró para este coeficiente de suavizamiento oscila entre el rango de 0.50 a 0.65. Ver resultado del test de Wald para la regresión 2 en Anexos 1

<sup>17</sup> La variable cualitativa tiene valores de 1 para los periodos: junio del 2002 a enero del 2003, de marzo a julio del 2004 y de octubre del 2005 a marzo del 2006. En estos periodos la economía peruana experimentó una fuerte depreciación de su moneda (el tipo de cambio real se incrementó en 1.69% en 4 meses, 1.21% en 3 meses y 6.37% en 8 meses, respectivamente).

**Gráfico N° 5: Tipo de cambio y periodos de fuertes devaluaciones**



**Fuente:** Elaboración propia con información del BCRP

Al incorporar este efecto de fuertes depreciaciones en la economía peruana obtenemos una ecuación de la siguiente manera.

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1 - \rho)(f_0 + f_{1\pi} \pi_t + f_y y_t + f_{1q} q_t + f_{3q} q_{t-1} * d) + v_t \dots\dots (3)$$

Donde d: es una variable cualitativa (Dummy) que tiene valores de uno para los periodos de fuertes devaluaciones del tipo de cambio real y cero en otros casos.

**Cuadro N° 5: Regla de política con periodos de altas depreciaciones del tipo de cambio**

	<b>Coefficientes</b>	<b>t-stat</b>
$\rho$	0.578474	5.083529
$f_0$	0.068327	11.38258
$f_{1h}$	2.562450	6.359054
$f_y$	0.185205	2.434125
$f_{1q}$	0.368728	5.897719
$f_{3q}$	-0.273216	-3.020569
	$R^2 = 0.8283$	DW: 1.9275

Ver regresión N° 3 del Anexo 1

Todos los coeficientes de la estimación de la ecuación (3) resumidos en el cuadro N° 5 son significativos y tienen los signos esperados, estos resultados son estadísticamente confiables debido a que se ha corregido los problemas de autocorrelación, heterocedasticidad y no existe evidencia de la presencia de multicolinealidad en el modelo<sup>18</sup>.

## 6.1 Análisis de resultados del modelo econométrico

Estadística y econométricamente los coeficientes obtenidos, mediante el método de mínimos cuadrados, son significativos y consistentes a menos del 5% de significancia<sup>19</sup>, el análisis económico se orienta a la importancia que le da la autoridad monetaria a la determinación de la tasa de interés, al control de la volatilidad del tipo de cambio y al análisis de los coeficientes de las determinantes de la regla de política.

### 6.1.1 Evaluación del coeficiente de suavizamiento de la tasa de interés en la regla de política

La ponderación de la tasa de interés y de tipo de cambio en la regla de política es de 73% y 27%, respectivamente, este resultado es consistente para economías abiertas y en proceso de desarrollo tal y como lo argumenta Ball (1998)<sup>20</sup> y reflejaría que el Banco Central de Reserva

---

<sup>18</sup> Las pruebas de autocorrelación, multicolinealidad y heterocedasticidad, se puede ver en la parte de pruebas de estabilidad del Anexo 1.

<sup>19</sup> Las variables son estacionarias y los resultados no presentan problemas de autocorrelación ni heterocedasticidad ni de multicolinealidad, Ver pruebas en el anexo 1, en la parte de estabilidad del modelo

<sup>20</sup> En el documento de Ball (1998), se discute sobre la ponderación apropiada que debería tener la tasa de interés en la regla de política, algunos autores tales como Freedman (1994) argumenta que este debería ser proporcional a los coeficientes de la curva de demanda y de la curva de Phillips, mientras que otros

está operando en la frontera de la volatilidad de la brecha de inflación y del producto, logrando así controlar eficientemente la volatilidad de la inflación y del producto

Por otro lado, al tener una ponderación de 73% para la tasa de interés se establece implícitamente que el impacto del tipo de cambio sobre la tasa de interés de corto plazo es:

$$\frac{\partial i_t}{\partial q_t} = \frac{(1-w)}{w} = 0.368728$$

Este valor es justamente el que se obtiene de la regresión de la ecuación (4) e indica que el banco central reacciona ante las variaciones del tipo de cambio.

### **6.1.2 Evaluación de los coeficientes de las variables determinantes de la regla de política óptima**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la ecuación (3), los determinantes de la regla de política monetaria óptima para la economía peruana son en orden de importancia: la brecha de inflación, la brecha de tipo de cambio actual y su rezago y la brecha de producto<sup>21</sup>.

---

autores como Gerlach y Smets, proponen que el peso ponderado que se le debe dar a la tasa de interés debe estar de acuerdo al efecto que tiene el tipo de cambio sobre la tasa de interés.

<sup>21</sup> Morón y Winkelried (2001), simularon valores para la regla de política óptima para economías robustas y vulnerables utilizando, sus resultados para estas últimas fueron de 1.68 para la brecha de inflación (suma de los efectos de la inflación actual y la inflación esperada), 0.10 para la brecha de producto y 0.56 para la brecha de tipo de cambio (suma de los coeficientes del tipo de cambio real actual y de su rezago), estos resultados no consideran el efecto suavizamiento de tasas de interés. Por otro lado, Rojas (2001), simuló una regla de política para la economía peruana en la que considera que los coeficientes de la brecha de inflación, la brecha de producto y la brecha de tipo de cambio deberían ser 2.00, 0.65 y 1.00 respectivamente y el coeficiente de suavizamiento de la tasa de interés debería estar en el rango de 0.50 y 0.65.

**Brecha de inflación:**  $\frac{\partial i_t}{\partial \pi_t} = 2.56$ , El impacto de las desviaciones de la brecha de inflación sobre la tasa de interés de política evidentemente es el más fuerte, en comparación con las otras determinantes. Este resultado no es extraño en economías que han adoptado metas explícitas de inflación.

Las desviaciones de la brecha de inflación influyen directamente sobre la determinación de la tasa de interés de corto plazo. Si esta se incrementa en 1%, la tasa de interés de política se incrementará en 2.6%.

**Brecha de tipo de cambio:**  $\frac{\partial i_t}{\partial q_t} = 0.37$ , Las desviaciones de la brecha de tipo de cambio es la segunda en importancia en la determinación de la tasa de interés de política, las autoridades monetarias ajustaran su tasa de referencia en 0.37% si el tipo de cambio se desvía de su tendencia en 1%.

**Rezago del tipo de cambio:**  $\frac{\partial i_t}{\partial q_{t-1}} = -0.27$ , En periodos de alta depreciación, el rezago de la brecha de tipo de cambio influye negativamente sobre la determinación de la tasa de interés de política. Este resultado, muestra que fuertes depreciaciones del tipo de cambio real en el periodo anterior conlleva a la autoridad monetaria a disminuir la tasa de interés de referencia en el periodo actual, pero en periodos de relativa estabilidad del tipo de cambio real, el banco central no incorpora en su función de reacción las fluctuaciones pasadas del tipo de cambio.



**Brecha de producto:**  $\frac{\partial i_t}{\partial y_t} = 0.19$ , Las desviaciones de la brecha de inflación

influyen directamente sobre la determinación de la tasa de interés de corto plazo. Si esta se incrementa en 1%, la tasa de interés de política se incrementará en 0.19%. Este efecto tiene el último lugar de importancia en la función de reacción del BCRP.

## 6.2 Análisis de resultados del modelo VAR estructural aplicado a la regla de política monetaria óptima.

### 6.2.1 Análisis de causalidad estadística y de estacionariedad

El test de causalidad a lo Granger, evidencia causalidad estadística entre las variables brecha de producto e inflación hacia la brecha de tipo de cambio real, no se encontró evidencia estadística de otras relaciones de causalidad entre las demás variables de análisis<sup>22</sup>. Así mismo, las variables tasa de interés de referencia, brecha de producto, brecha de inflación y brecha de tipo de cambio son estacionarias, el cuadro N° 6, resume diferentes pruebas, indicando que no existe problemas de raíz unitaria al 5% de significancia estadística, a excepción de la prueba ERS y NP para la tasa de interés de referencia y la brecha de inflación que rechazan la presencia de raíz unitaria al 10%.

---

<sup>22</sup> Ver resultado del test de causalidad de Granger en el cuadro N° 2.5 del anexo 2

**Cuadro N° 6: Resumen de pruebas de raíz unitaria**

Prueba	ADF	PP	KPSS	ERS	NP
Tasa de referencia del BCRP ( $i_t$ )	-3.2056	-3.6178	0.1813	19.5269**	-1.7093**
Brecha de Inflación ( $\pi_t$ )	-3.4013	-3.8126	0.1473	16.5477**	-1.9378**
Brecha del Producto ( $y_t$ )	-7.8900	-17.4818	0.5858	38.2170	-4.1619
Brecha del tipo de cambio real ( $q_t$ )	-3.6751	-5.1192	0.1764	6.7321	-4.2380

**Fuente:** Construcción propia, Ver anexo N° 2 para mayor detalle

\*\*/ rechaza la hipótesis de raíz unitaria al 10% de significancia

ADF : Dickey Fuller Aumentado Test

PP : Phillips-Perron (PP) Test

KPSS: Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) Test

ERS : Elliot, Rothenberg, and Stock Point Optimal (ERS) Test

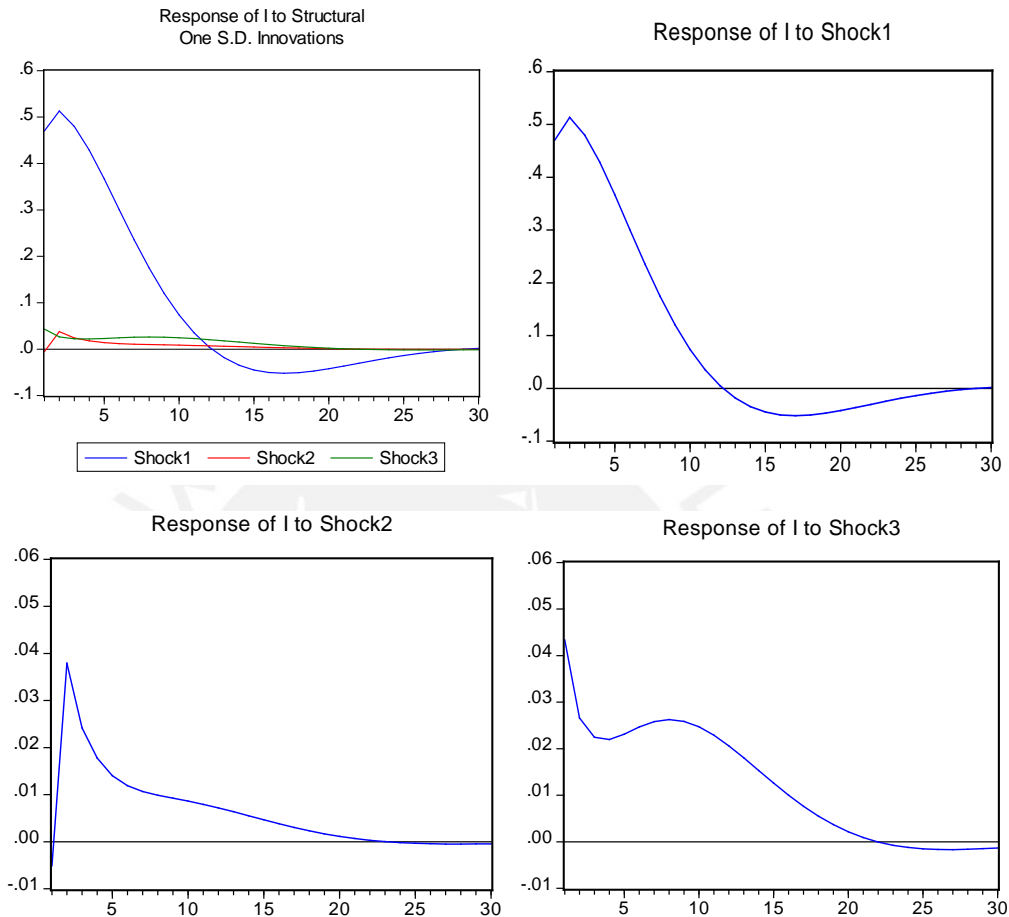
NP : Ng and Perron (NP) Tests

### 6.2.2 Análisis de impulso-respuesta

El gráfico N° 6 muestra el efecto del choque de oferta (shock1), el choque de demanda (shock2) y el choque de tipo de cambio (shock3) sobre la tasa de interés de referencia de la autoridad monetaria.

- Un choque positivo de oferta (shock1), generador de inflación impulsa positivamente la tasa de interés de política en el primer y segundo periodo, y luego esta disminuye gradualmente hasta llegar a su valor de largo plazo después de un año y medio. Se debe de resaltar que, la tasa de interés de referencia, ante un choque de oferta es muy sensible y reacciona en mucha mayor proporción (0.5) que los choques de demanda (0.04) y de tipo de cambio (0.05), este efecto se puede observar claramente en el gráfico N° 6 superior-izquierdo en el que se gráfica los tres choques conjuntamente.

### Gráfico Nº 6: Respuesta de la tasa de interés de política para los choques nominales, choques reales y choques financieros

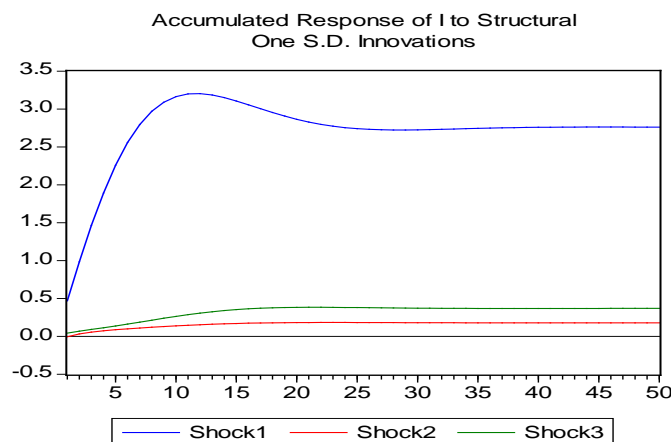


Fuente: Elaboración propia

- La tasa de interés de referencia de la autoridad monetaria reacciona positivamente ante los choques de demanda (shock2) tal y como se había previsto por la teoría, sin embargo, se debe destacar que este efecto positivo alcanza su máximo valor en el segundo periodo, para luego disminuir gradualmente y alcanzar su valor de largo plazo después de un año y medio.
- El choque de tipo de cambio (shock3, que en la práctica representa los choques externos, choque de prima por riesgo, choque de tasas de

interés externa, los choques de las intervenciones esterilizadas, etc.) afecta positiva y contemporáneamente a la tasa de interés de referencia, esta reacción contemporánea y la abrupta caída en el siguiente periodo refleja una sobre reacción inicial de la tasa de interés al tipo de cambio y que se regula en el siguiente periodo por el hecho de que el primer rezago del tipo de cambio la afecta negativamente. Los efectos de este choque de tipo de cambio sobre la tasa de interés de política se estabiliza aproximadamente después de 2 años y representa el segundo en importancia para la autoridad monetaria.

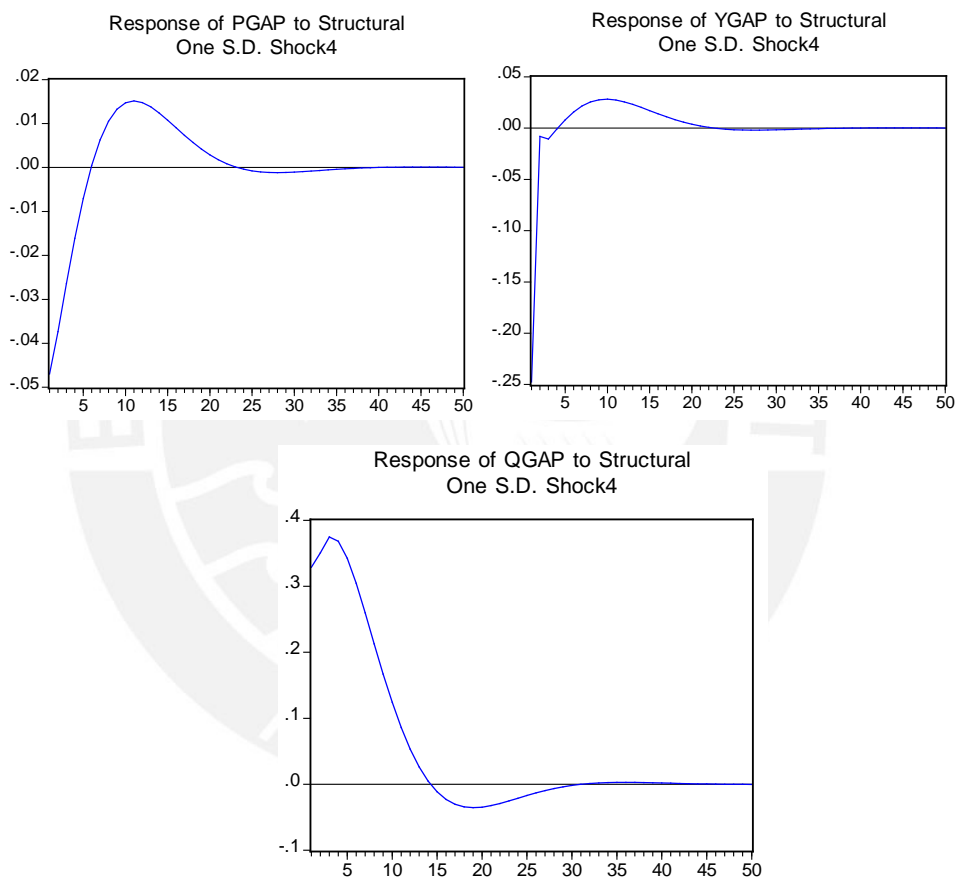
**Gráfico N° 7: Respuesta acumulada de la tasa de interés de política para los choques nominales, choques reales y choques financieros**



El gráfico N° 7 muestra la respuesta de la tasa de interés en términos acumulados ante los choques de oferta (shock1), de demanda (shock2) y de tipo de cambio (shock3), un impulso del shock1 ocasiona una sobre reacción de la tasa de interés alcanzando su máximo valor después 1 año, para luego retornar a su valor de largo plazo en los próximos 12 meses, por otro lado los impactos del shock2 y del shock3 sobre la tasa de

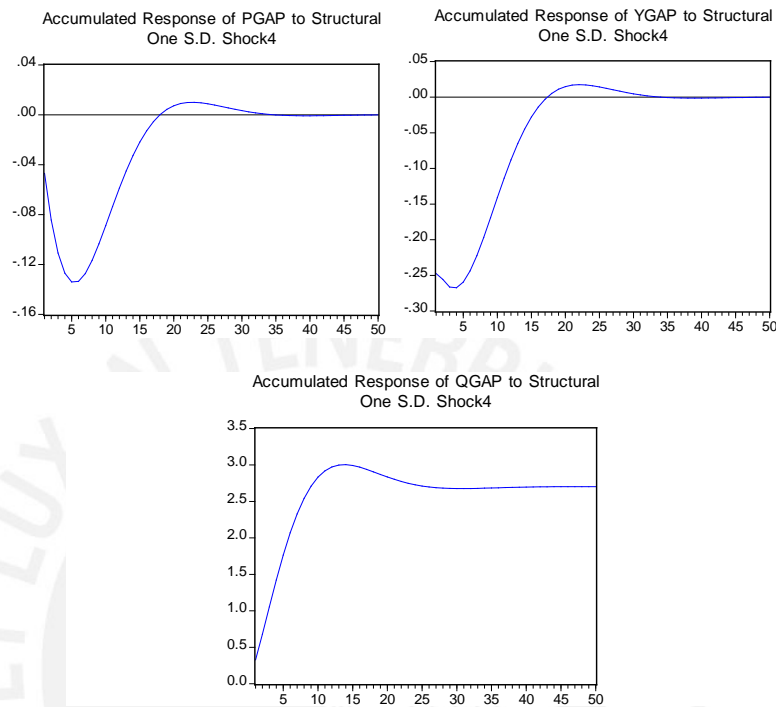
interés son positivos y mucho menores en intensidad que el anterior, estos alcanzan su nuevo valor de largo plazo después de 15 y 18 meses, respectivamente.

**Gráfico N° 8: Respuesta acumulada de la de la brecha de inflación, brecha de producto y brecha de tipo de cambio para los choques de tasas de interés.**



Un choque positivo de tasa de interés de política (shock4) influye negativamente sobre la brecha de inflación y del producto y positivamente sobre la brecha de tipo de cambio. Este resultado nos permite inferir que, un manejo oportuno y apropiado de tasas de interés puede lograr disminuir la inflación y el producto e incrementar la el tipo de cambio y por lo tanto controlar sus volatilidades.

### Gráfico N° 9 Respuesta acumulada de la brecha de inflación, del producto y del tipo de cambio ante choques de tasa de interés de corto plazo.



El gráfico N° 9 resume la idea de que la intervención de la autoridad monetaria influye negativamente sobre la brecha de inflación y la brecha de producto en el corto plazo, pero no en el largo plazo (estas retornan a sus valores estacionarios y no saltan a un nuevo equilibrio). Sin embargo, se puede observar que los choques de tasas de interés ocasionan inicialmente una sobre reacción del tipo de cambio y posteriormente éste retorna a un nuevo valor de largo plazo.

#### 6.2.3 Descomposición de varianza

Las funciones de impulso respuesta nos han permitido identificar la magnitud de las influencias de choques de oferta, choques de demanda, y choques de tipo de cambio sobre la tasa de referencia. Para medir el grado

de importancia de cada uno de estos choques analizamos su descomposición de varianza.

**Cuadro Nº 7: Porcentaje de Varianza de la tasa de interés**

Periodo	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	93.4%	0.0%	0.8%	5.8%
2	95.5%	0.3%	0.5%	3.7%
12	94.5%	0.2%	0.6%	4.7%
$\infty$	94.0%	0.2%	0.7%	5.1%

Los choques de oferta (shock1) explican cerca del 94% las variaciones de la tasa de interés de referencia y tan solo un 1% esta explicado por los choques de demanda y de tipo de cambio, el resto de las variaciones de la tasa de interés estan explicada por si misma (5%)

Es obvio, dado estos resultados, que el principal objetivo de la autoridad monetaria, para el periodo de análisis 2002-2006, son las fluctuaciones de la inflación y que su acción de política monetaria, ajustando la tasa de interés de referencia, se basó casi en su totalidad en las variaciones de los precios.

## 7. Conclusiones e implicancias para la política económica

- El principal instrumento que utilizó el BCRP para alcanzar los objetivos de política monetaria en el periodo de enero 2002 a diciembre del 2006, fue el manejo de la tasa de interés de referencia y de acuerdo a los resultados encontrados en el presente trabajo los determinantes de dicha tasa de referencia fueron, la brecha de producto, la brecha de inflación y la brecha de tipo de cambio.
- El BCRP determinó su tasa de interés de referencia siguiendo una regla de política monetaria, en la cual, la tasa de referencia es explicada hasta en un 58% por el valor de su primer rezago (representa el carácter inercial de la política monetaria) y en un 42% por las fluctuaciones de la brecha del producto, brecha de inflación y la brecha de tipo de cambio.
- La brecha de inflación tuvo mayor importancia relativa en la explicación de la tasa de referencia del BCRP, seguido por la brecha de tipo de cambio y por último la brecha de producto.
- Las desviaciones de la brecha de inflación afectan directamente la determinación de la tasa de interés de referencia del BCRP. Si la inflación observada se desvía en 1% respecto de su nivel de tendencia la tasa de referencia del BCRP se ajustará incrementándose en 2.6%.
- La brecha de tipo de cambio influye positivamente sobre la decisión de ajuste de la tasa de interés de referencia. La tasa de referencia se ajustara en 0.37% si la devaluación del tipo de cambio se desvía en 1% respecto de su tendencia.



- Las variaciones positivas del producto respecto de su nivel de tendencia afectaron significativa y positivamente las tasas de interés de referencia del BCRP. Un incremento del 1% de la brecha de producto incrementaría en 0.19% la tasa de referencia del BCRP, si se mantienen todas las demás variables constantes.



## BIBLIOGRAFÍA

- Altavilla, Carlo  
2003 "Assessing monetary rules performance across EMU countries," International Journal of Finance & Economics.
- Arminio Fraga, Ilan Goldfajn, Andre Minella,  
2003 "Inflation Targeting in Emerging Market Economies," NBER Working Papers 10019, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Ball, Laurence  
2000 "Policy rules and external shocks," Working Paper 7910: University of Cambridge  
1999a "Policy rules for open economies, in John B. Taylor Ed. Monetary Policy Rules," Chicago Illinois: University of Chicago Press .  
1999b "Policy Rules for Open Economies," Johns Hopkins University  
1997 "Efficient rules for monetary policy," Johns Hopkins University
- Castillo Paul, Montoro Carlos y Tuesta Vicente,  
2006 "Estimación de la Tasa Natural de Interés para la Economía Peruana" Serie de Documentos de Trabajo Banco Central de Reserva del Perú.
- Clarida Richard, Galí Jordi, y Gertler Mark,  
1997 "Monetary rules in practice: Some international evidence," Quaterly Journal of Economics, Working Papers 6254 NBER.  
2000 "Monetary Policy rules and Macroeconomic Stability: evidence and some theory," Quaterly Journal of Economics, Working Papers 6442 NBER.
- David Florián, Jorge Salas y Marco Vega,  
2006 "Intervenciones Cambiarias, Reglas Monetarias Y Fronteras De Eficiencia," XXIV Encuentro de Economistas del BCRP
- De Gregorio, José  
2007 "Macroeconomía Teoría y Políticas," Editorial Pearson
- Fisher Andreas,  
2000 "Do interventions smooth Interest Rates," Swiss National Bank and CEPR – Abril 2000.
- Giannoni, Marc and Michael Woodford  
2003a "Optimal Interest-Rate Rules I: General Theory" NBER Working Paper N° 9419  
2003b "Optimal Interest-Rate Rules II: General Theory" NBER Working Paper N° 9420
- Jacobson Tor, Jansson Per, Vredin Anders y Warne Anders,  
1999 "A VAR Model for Monetary Policy Analysis in a Small Open Economy," Working Paper Series 77, Sveriges Riksbank (Central Bank of Sweden).
- Kalmanovitz Salomón,  
2001 "El Banco De La República Y El Régimen De Meta De Inflación," Banco de la República.
- Kurczyn Sergio, Virgen Joel y Jarillo Brenda,  
2006 "La regla de Taylor: una aplicación para México," Examen de la situación económica de México Estudios Económicos Y Sociales del Banco Central de México.

- Laura Erick,
- 2004 *"La relación dinero-producto, brecha del producto e inflación subyacente: Una introducción a la teoría de Wavelets y sus aplicaciones"* Documento de trabajo Nro 232 de la Facultad Economía de la PUCE.
- León Murillo J., Muñoz Salas E., Rojas Sánchez M. y Sáenz Castegnaró M.,
- 2004 *"Modelo Macroeconómico De Pequeña Escala Para Costa Rica,"* Documento De Trabajo Del Banco Central De Costa Rica.
- Levin Andrew, Volker Wieland, y Williams John C.,
- 1999 *"Robustness of Simple Monetary Policy Rules under Model Uncertainty,"* Chicago: Chicago University Press.
- López Pérez V.,
- 2002 *"Ha seguido el banco de España una regla de Taylor con información en tiempo real,"* Investigaciones Económicas Banco Central Europeo y CEMFI.
- Luque Javier y Vega Marco,
- 2003 *"Usando un modelo semi-estructural de pequeña escala para hacer proyecciones: Algunas consideraciones,"* Estudios Económicos del Banco Central de Reserva del Perú.
- Michael Woodford,
- 2001 *"Imperfect Common Knowledge and the Effects of Monetary Policy,"* NBER Working Papers 8673, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Miller Shirley,
- 2003 *"Estimación del Pass-Through del Tipo de Cambio a Precios: 1995-2002,"* Estudios económicos del Banco Central de Reserva del Perú.
- 2003 *"Métodos alternativos para la estimación del PBI potencial: Una aplicación para el caso Perú"* Estudios económicos del Banco Central de Reserva del Perú.
- Morón Eduardo y Winkelried Diego,
- 2001 *"Monetary Policy Rules for Financially Vulnerable Economies".*
- Muñoz Salas E., y Sáenz Castegnaró M.,
- 2003 *"Estimación De Una Función De Reacción Para La Tasa De Interés De Política Del Banco Central De Costa Rica,"* Documento De Trabajo Del Banco Central De Costa Rica.
- Rojas Cama F.,
- 2001 *"El efecto del suavizamiento de la tasa de interés en una regla de política monetaria bajo un régimen de "Inflation Targeting": el caso Peruano,"* Concurso de Investigación par jóvenes economistas 2001-2002 .
- Svensson Lars,
- 1997 *"Inflation Targeting: Some extensions"* IIES, CEPR, NBER
- 1997<sup>a</sup> *"Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring inflation Targets"* European Economic Review 41
- 1997b *"Open-Economy Inflation Targeting"* Stockholm University
- Svensson Lars y Woodford Michael,
- 2000 *"Indicator Variables for Optimal Policy,"* Seminar Papers 688, Stockholm University, Institute for International Economic Studies.
- Taylor John. B.,

1993 "Discretion versus Policy Rules in Practice," Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy North-Holland.

Woodford, Michael.,

1999 "Optimal Monetary Policy Inertia." *The Manchester School Supplement*

2006 "How Important is Money in the Conduct of Monetary Policy?," Working Papers 1104, Queen's University, Department of Economics.

#### Direcciones Electrónicas

Banco central de Costa Rica, Centro de estudios económicos. : [www.bccr.fi.cr](http://www.bccr.fi.cr)

Banco central de México, Estudios Económicos. : [www.banamex.com](http://www.banamex.com)

Banco central de reserva del Perú, Estudios Económicos. : [www.bcrp.gob.pe](http://www.bcrp.gob.pe)

Banco de España. : [www.bde.es](http://www.bde.es)

Biblioteca virtual de la Pontificia Universidad Católica. : [www.eros.pucp.edu.pe](http://www.eros.pucp.edu.pe)

Buscador de JSTOR Basic Search. : [www.jstor.org](http://www.jstor.org)

Contact information of Econometric Society. : <http://www.econometricsociety.org/pastmeetings.asp>

Contact information of European Central Bank. : [www.ecb.int/home/html/index.en.html](http://www.ecb.int/home/html/index.en.html)

Contact information of International Monetary Fund. : <http://www.imf.org/external/pubind.htm>

Contact information of National Bureau of Economic Research, Inc. : [www.nber.org](http://www.nber.org)

Contact information of Sveriges Riksbank (Central Bank of Sweden). : [www.riksbank.com](http://www.riksbank.com)

Databases Research, Sub-toolbar Links. : [www.web.ebscohost.com](http://www.web.ebscohost.com)

Documentos de la Universidad de Rioja. : [www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo)

Anexo N° 1

Regresiones del Modelo Econométrico de la Función de Reacción del Banco Central de Reserva del Perú

1.1 Regresiones econométricas

Regresión N° 1.1

Dependent Variable: I  
Method: Least Squares  
Sample: 2001M10 2006M12  
Included observations: 63

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.070582	0.004199	16.81097	0.0000
PGAP	2.776561	0.307927	9.016937	0.0000
YGAP	0.115120	0.048966	2.351046	0.0221
QGAP	0.097851	0.044729	2.187645	0.0327
QGAP(-1)	0.008553	0.043015	0.198829	0.8431
R-squared	0.635473	Mean dependent var		0.033281
Adjusted R-squared	0.610333	S.D. dependent var		0.007594
S.E. of regression	0.004741	Akaike info criterion		-7.789306
Sum squared resid	0.001303	Schwarz criterion		-7.619215
Log likelihood	250.3631	F-statistic		25.27755
Durbin-Watson stat	0.768434	Prob(F-statistic)		0.000000

Regresión N° 1.2

Dependent Variable: I  
Method: Least Squares  
Sample: 2001M10 2006M12  
Included observations: 63  
Convergence achieved after 5 iterations  
 $I = C(1)*I(-1) + (1-C(1))*(C(2)+C(3)*PGAP + C(4)*YGAP + C(5)*QGAP + C(6)*QGAP(-1))$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.609984	0.077192	7.902202	0.0000
C(2)	0.063507	0.007572	8.387126	0.0000
C(3)	2.255487	0.553844	4.072425	0.0001
C(4)	0.180882	0.096176	1.880736	0.0651
C(5)	0.311828	0.163027	1.912734	0.0608
C(6)	-0.079044	0.150238	-0.526123	0.6008
R-squared	0.807813	Mean dependent var		0.033281
Adjusted R-squared	0.790955	S.D. dependent var		0.007594
S.E. of regression	0.003472	Akaike info criterion		-8.397692
Sum squared resid	0.000687	Schwarz criterion		-8.193584
Log likelihood	270.5273	Durbin-Watson stat		1.736426

Cuadro N° 1.1: Test de Wald para la Regresión 1.2

Ho : C(1) = 0

H1 : C(1) ≠ 0

Wald Test:

Equation: EQ4

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	62.81279	(1, 57)	0.0000
Chi-square	62.81279	1	0.0000

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(1)	0.578474	0.072989

Restrictions are linear in coefficients.

El resultado indica que se rechaza la hipótesis nula por lo tanto el coeficiente C(1) (parámetro de suavizamiento de la tasa de interés de referencia) es relevante para el modelo

### Regresión N° 1.3

Dependent Variable: I

Method: Least Squares

Sample: 2001M10 2006M12

Included observations: 63

Convergence achieved after 1 iteration

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

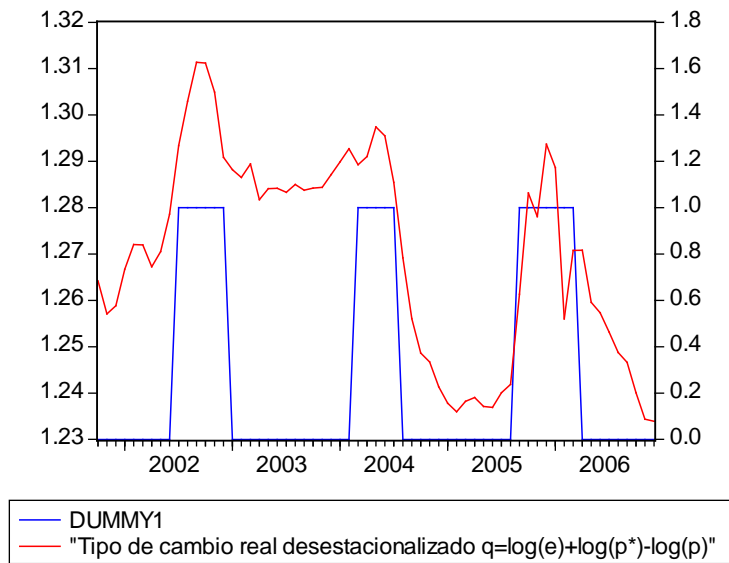
$I = C(1) \cdot I(-1) + (1 - C(1)) \cdot (C(2) + C(3) \cdot PGAP + C(4) \cdot YGAP + C(5) \cdot QGAP + C(6) \cdot QGAP(-1) \cdot DUMMY1)$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.578474	0.113794	5.083529	0.0000
C(2)	0.068327	0.006003	11.38258	0.0000
C(3)	2.562450	0.402961	6.359054	0.0000
C(4)	0.185205	0.076087	2.434125	0.0181
C(5)	0.368728	0.062521	5.897719	0.0000
C(6)	-0.273216	0.090452	-3.020569	0.0038

R-squared	0.828295	Mean dependent var	0.033281
Adjusted R-squared	0.813233	S.D. dependent var	0.007594
S.E. of regression	0.003282	Akaike info criterion	-8.510384
Sum squared resid	0.000614	Schwarz criterion	-8.306276
Log likelihood	274.0771	Durban-Watson stat	1.927577

Gráfico N° 1.1: Variable Dummy y tipo de cambio



La regresión N° 1.2, económicamente tienen los resultados esperados por la teoría, pero estadísticamente el rezago del tipo de cambio real no es significativo, para poder corregir este problema se ha incorporado una variable dummy, que considera las fuertes depreciaciones del tipo de cambio real ocurridos en la economía.

Regresión N° 1.4

Dependent Variable: I  
 Method: Least Squares  
 Sample: 2001M10 2006M12  
 Included observations: 63  
 Convergence achieved after 5 iterations  

$$I = C(1) \cdot I(-1) + (1 - C(1)) \cdot C(2) + C(3) \cdot PGAP + C(4) \cdot YGAP + (1/C(5) - 1) \cdot QGAP + C(6) \cdot QGAP(-1) \cdot DUMMY1$$

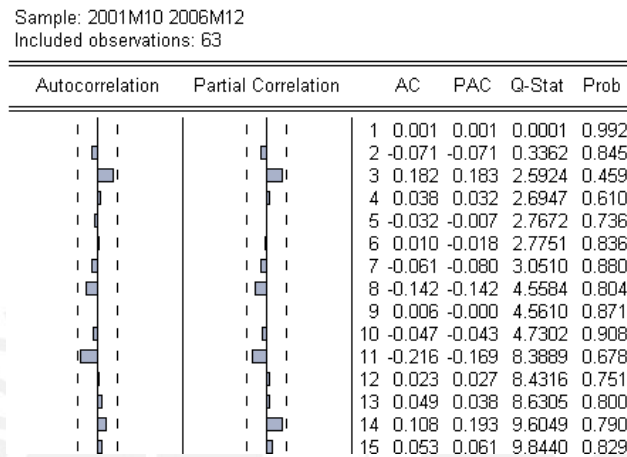
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.578474	0.072989	7.925452	0.0000
C(2)	0.068327	0.006629	10.30743	0.0000
C(3)	2.562450	0.479299	5.346250	0.0000
C(4)	0.185205	0.084080	2.202722	0.0317
C(5)	0.730605	0.048150	15.17346	0.0000
C(6)	-0.273216	0.106880	-2.556296	0.0133
R-squared	0.828295	Mean dependent var		0.033281
Adjusted R-squared	0.813233	S.D. dependent var		0.007594
S.E. of regression	0.003282	Akaike info criterion		-8.510384
Sum squared resid	0.000614	Schwarz criterion		-8.306276
Log likelihood	274.0771	Durbin-Watson stat		1.927577

1.2 Pruebas de estabilidad del modelo.

Las siguientes pruebas son válidas para las regresiones 1.3 y 1.4 y permiten analizar problemas de autocorrelación, multicolinealidad y heterocedasticidad.

1.2.1 Pruebas de Autocorrelación.

Gráfico N° 1.2: Correlograma de los residuos de la regresión N° 1 y N° 2



Del análisis del correlograma de los residuos se puede deducir que no existe presencia de autocorrelación de ningún orden al menos en los primeros 15 periodos.

Regresión N° 1.5: Test de Breusch Godfrey para Autocorrelación, para la regresión N° 4

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.301322	Probability	0.875784
Obs*R-squared	1.400845	Probability	0.844048

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001828	0.007176	0.254769	0.7999
I(-1)	-0.026461	0.095018	-0.278488	0.7817
PGAP	0.070677	0.320159	0.220758	0.8261
YGAP	-0.003686	0.037152	-0.099203	0.9214
QGAP	-0.003623	0.043815	-0.082696	0.9344
QGAP*DUMMY1	0.008417	0.059962	0.140377	0.8889
RESID(-1)	0.068812	0.158869	0.433138	0.6667
RESID(-2)	-0.061118	0.150391	-0.406391	0.6861
RESID(-3)	0.128658	0.148956	0.863733	0.3916
RESID(-4)	0.047898	0.155381	0.308261	0.7591



R-squared	0.022236	Mean dependent var	1.75E-18
Adjusted R-squared	-0.143800	S.D. dependent var	0.003061
S.E. of regression	0.003274	Akaike info criterion	-8.461056
Sum squared resid	0.000568	Schwarz criterion	-8.120876
Log likelihood	276.5233	F-statistic	0.133921
Durbin-Watson stat	1.936040	Prob(F-statistic)	0.998525

Para corroborar el resultado anterior de no presencia de autocorrelación, se realizó la prueba de Breusch-Godfrey, esta prueba no puede rechazar la hipótesis de ausencia de autocorrelación de los errores de la regresión N° 1.4.

### 1.2.2 Pruebas de Multicolinealidad.

Cuadro N° 1.2: Matriz de correlación de los regresores

	I(-1)	PGAP	YGAP	QGAP	QGAP(-1)
I(-1)	1.000	0.683	0.223	0.037	0.170
PGAP	0.683	1.000	0.204	-0.164	-0.005
YGAP	0.223	0.204	1.000	0.063	0.037
QGAP	0.037	-0.164	0.063	1.000	0.884
QGAP(-1)	0.170	-0.005	0.037	0.884	1.000

La matriz de correlación de los regresores, nos permite identificar que existe un grado de multicolinealidad poco significativa entre el rezago de la tasa de interés y la brecha de inflación, y de la brecha de tipo de cambio rezagada con su valor presente.

Cuadro N° 1.3: Prueba de Factor de incremento de Varianza

Modelo	R2	FIV
PGAP/Con las demás	0.073049	1.078805
YGAP/Con las demás	0.051344	1.054123
QGAP/Con las demás	0.036520	1.037905

Para realizar esta prueba, se considero solo las tres variables determinantes de la regla de política (PGAP, YGAP, QGAP). El factor de incremento de varianza, que es la inversa de la proporción no explicada del modelo:  $1/(1-R2)$ , nos indica que no existe sospecha de que las 3 variables estén correlacionadas

Cuadro N° 1.4: Resultados de la prueba de farrar-glauber

A. Prueba Chi-cuadrado	0.7242
B. Prueba F	0.1720
C. Prueba t	0.0488

La hipótesis nula es  $H_0$ : No existe sospecha de multicolinealidad

La prueba A: No arroja sospechas de multicolinealidad

La prueba B: No arroja sospechas de multicolinealidad

La prueba C: Se sospecha multicolinealidad causada por los regresores pgap y ygap

La prueba de Farrar-Glauber, analiza la multicolinealidad entre las variables dependientes de un modelo, haciendo una regresión de cada una de las variables con el resto de ellas y analiza sus estadísticos, La prueba más consistente son la prueba A y la prueba B.

1.2.3 Pruebas de Heterocedasticidad

Regresión N° 1.6: Prueba de White con términos cruzados

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	1.697748	Probability	0.070192
Obs*R-squared	34.70004	Probability	0.118290

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Sample: 2001M10 2006M12

Included observations: 63

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002095	0.001451	1.444323	0.1573
I(-1)	-0.054166	0.036790	-1.472322	0.1496
I(-1)^2	0.335970	0.219249	1.532368	0.1342
I(-1)*PGAP	-2.150023	1.507508	-1.426210	0.1624
I(-1)*YGAP	-0.301004	0.191951	-1.568133	0.1256
I(-1)*QGAP	-0.118462	0.236611	-0.500660	0.6197
I(-1)*QGAP(-1)	-0.058582	0.200745	-0.291824	0.7721
I(-1)*DUMMY1	-0.000108	0.002955	-0.036407	0.9712
PGAP	0.158310	0.111759	1.416532	0.1652
PGAP^2	2.817210	2.050777	1.373728	0.1780
PGAP*YGAP	0.648904	0.425906	1.523586	0.1363
PGAP*QGAP	-1.201959	1.227010	-0.979584	0.3338
PGAP*QGAP(-1)	1.882372	1.447934	1.300040	0.2018
PGAP*DUMMY1	0.011492	0.014313	0.802869	0.4273
YGAP	0.019635	0.012566	1.562587	0.1269
YGAP^2	0.015809	0.024255	0.651787	0.5187
YGAP*QGAP	-0.051110	0.096362	-0.530391	0.5991
YGAP*QGAP(-1)	0.150194	0.133112	1.128328	0.2666
YGAP*DUMMY1	0.001296	0.001297	0.998708	0.3246
QGAP	-0.010482	0.021204	-0.494325	0.6241
QGAP^2	-0.138802	0.143847	-0.964928	0.3410
QGAP*QGAP(-1)	0.218188	0.197856	1.102762	0.2774
QGAP*DUMMY1	-0.000446	0.002097	-0.212566	0.8329
QGAP(-1)	0.026165	0.023571	1.110062	0.2743
QGAP(-1)^2	-0.081933	0.077833	-1.052685	0.2995
QGAP(-1)*DUMMY1	3.48E-05	0.001520	0.022905	0.9819
DUMMY1	0.000154	0.000280	0.549894	0.5858
R-squared	0.550794	Mean dependent var	9.75E-06	
Adjusted R-squared	0.226368	S.D. dependent var	4.15E-05	
S.E. of regression	3.65E-05	Akaike info criterion	-17.30056	
Sum squared resid	4.80E-08	Schwarz criterion	-16.38208	
Log likelihood	571.9678	F-statistic	1.697748	
Durbin-Watson stat	2.055364	Prob(F-statistic)	0.070192	

No se puede rechaza la hipótesis de homocedasticidad a 5% de s significancia

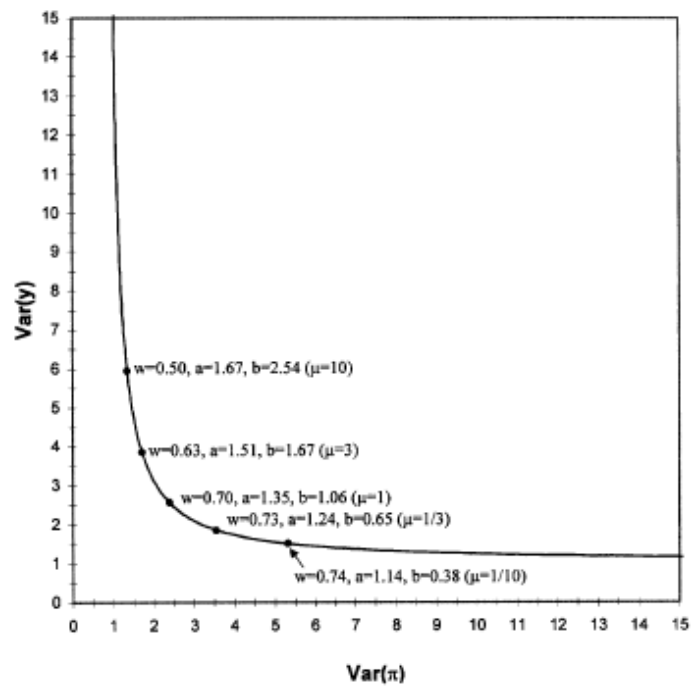
1.2.4 Frontera de Varianza de inflación y producto

Cuadro N° 1.5: Frontera de Varianza de inflación y producto

Var(y)	W	A	b	Var( $\pi$ )
6	0.50	1.67	2.54	1.4
4	0.63	1.51	1.67	1.6
2.5	0.70	1.35	1.06	2.4
2	0.73	1.24	0.65	3.6
1.5	0.74	1.14	0.38	5.2

w: ponderación de la tasa de interés dentro de la regla de política monetaria  
 a: coeficiente de la brecha de inflación  
 b: coeficiente de la brecha de producto

Gráfico N° 1.3  
 The Output Variante/ Inflation Variante Fronter



Tomado de Ball Lawrence (1998)

Anexo N° 2  
Estimaciones para el modelo VAR STRUCTURAL

Cuadro N° 2.1: Resumen de Pruebas de Raíz Unitaria

Tasa de referencia del Banco Central de Reserva del Perú ( $i_t$ )					
Prueba	ADF	PP	KPSS	ERS	NP
Estadístico	-3.2056	-3.6178	0.1813	19.5269	-1.7093
Valor crítico	-2.9084	-3.5384	0.2160	4.2304	-1.6200
Nivel al que se rechaza la Ho	5%	1%	1%	1%	10%
Prueba Incluye	Const	Const	Trend	Trend	Const
Método de selección	SIC	PR-NW	BT-NW	ARDT SIC	PR-NW
Brecha de Inflación ( $\pi_t$ )					
Prueba	ADF	PP	KPSS	ERS	NP
Estadístico	-3.4013	-3.8126	0.1473	16.5477	-1.9378
Valor crítico	-2.9084	-3.5384	0.2160	1.8908	-1.6200
Nivel al que se rechaza la Ho	5%	1%	1%	1%	10%
Prueba Incluye	Const	Const	Trend	Const	Const
Método de selección	AIC	ARDT-AIC	PR-A	ARDT- MSIC	ARDT-AIC
Brecha del Producto ( $y_t$ )					
Prueba	ADF	PP	KPSS	ERS	NP
Estadístico	-7.8900	-17.4818	0.5858	38.2170	-4.1619
Valor crítico	-2.6022	-3.5384	0.7390	4.2304	-2.5800
Nivel al que se rechaza la Ho	1%	1%	1%	1%	1%
Prueba Incluye	None	Const	Const	Trend	Const
Método de selección	AIC	ARGLS- MAIC	ARGLS- MSIC	ARGLS- MAIC	PR-NW
Brecha del tipo de cambio real ( $q_t$ )					
Prueba	ADF	PP	KPSS	ERS	NP
Estadístico	-3.6751	-5.1192	0.1764	6.7321	-4.2380
Valor crítico	-2.6022	-2.6022	0.2160	1.8908	-2.5800
Nivel al que se rechaza la Ho	1%	1%	1%	1%	1%
Prueba Incluye	None	None	Trend	Const	Const
Método de selección <sup>1</sup>	AIC	AR-AIC	QS-A	ARDT- MAIC	AR-AIC

Fuente: Construcción propia  
PP: Phillips-Perron (PP) Test  
NP: Ng and Perron (NP) Tests

ADF : Dickey Fuller Aumentado Test  
KPSS : Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, and Shin (KPSS) Test  
ERS: Elliot, Rothenberg, and Stock Point Optimal (ERS) Test

Cuadro N° 2.2: Nomenclatura de métodos de estimación de frecuencia

Cod	Método de Estimación de frecuencia cero
AR	Autoregressive Spectral Density Estimator (AR)
ARGLS	AR spectral - GLS detrended data
ARDT	AR spectral - OLS detrended data
PR	Parzen kernel
BT	Bartlett kernel
QS	Quadratic Spectral kernel

<sup>1</sup> Ver el Cuadro de definición en cuadro 2.2, 2.3, 2.4

Cuadro N° 2.3: Nomenclatura de métodos de selección de ancho de banda

Método de cod	Método de selección de ancho de banda
NW	Newey-West automatic variable bandwidth selection
A	Andrews automatic selection

Cuadro N° 2.4: Nomenclatura de métodos de selección de ancho de banda

Cod	Método de Selección de rezagos
AIC)	Akaike info criterion
SIC	Schwarz info criterion
MAIC	Modified AIC
MSIC	Modified SIC

Cuadro N° 2.5: Test de Causalidad a lo Granger

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests  
 Simple: 2001M10 2006M12  
 Included observations: 63

Dependent variable: I

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
Q	0.005120	1	0.9430
YGAP	2.114275	1	0.1459
PGAP	0.012593	1	0.9106
All	2.134363	3	0.5450

Dependent variable: YGAP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
I	0.196382	1	0.6577
Q	0.402384	1	0.5259
PGAP	0.951312	1	0.3294
All	4.155806	3	0.2451

Dependent variable: Q

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
I	0.186211	1	0.6661
YGAP	4.080794	1	0.0434
PGAP	9.221002	1	0.0024
All	19.81430	3	0.0002

Dependent variable: PGAP

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
I	0.365982	1	0.5452
Q	0.142033	1	0.7063
YGAP	0.395178	1	0.5296
All	1.345516	3	0.7184

**Regresión 2.1: Estimación del modelo VAR**

Vector Autoregression Estimates

Sample: 2001M10 2006M12

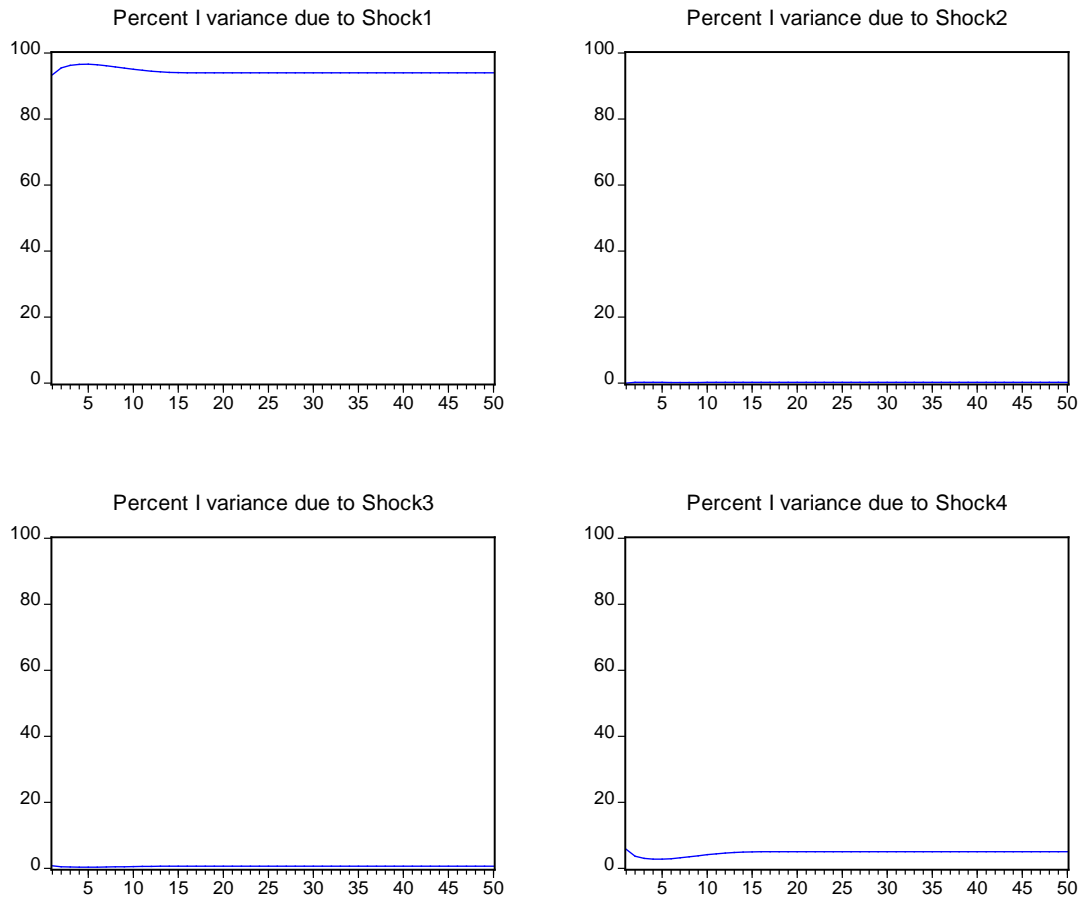
Included observations: 63

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	I	Q	YGAP	PGAP
I(-1)	0.773070 (0.09769) [ 7.91320]	0.078491 (0.18189) [ 0.43152]	0.135064 (0.30478) [ 0.44315]	0.015091 (0.02495) [ 0.60496]
Q(-1)	0.001909 (0.02668) [ 0.07156]	0.867472 (0.04967) [ 17.4640]	0.052797 (0.08323) [ 0.63434]	0.002567 (0.00681) [ 0.37687]
YGAP(-1)	0.059478 (0.04091) [ 1.45405]	0.153851 (0.07616) [ 2.02010]	-0.027691 (0.12761) [-0.21699]	0.006566 (0.01044) [ 0.62863]
PGAP(-1)	0.038776 (0.34553) [ 0.11222]	-1.953556 (0.64333) [-3.03661]	1.051409 (1.07798) [ 0.97535]	0.802520 (0.08823) [ 9.09598]
C	0.005474 (0.03163) [ 0.17303]	0.138983 (0.05890) [ 2.35973]	-0.056844 (0.09869) [-0.57599]	-0.006493 (0.00808) [-0.80388]
R-squared	0.736678	0.890403	0.066998	0.802859
Adj. R-squared	0.718518	0.882844	0.002653	0.789263
Sum sq. resids	0.000942	0.003264	0.009164	6.14E-05
S.E. equation	0.004029	0.007502	0.012570	0.001029
F-statistic	40.56576	117.8024	1.041234	59.05139
Log likelihood	260.6077	221.4480	188.9288	346.6127
Akaike AIC	-8.114531	-6.871366	-5.839009	-10.84485
Schwarz SC	-7.944441	-6.701276	-5.668919	-10.67476
Mean dependent	0.033281	1.270326	0.000698	-0.013472
S.D. dependent	0.007594	0.021916	0.012586	0.002241
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.07E-19		
Determinant resid covariance		7.68E-20		
Log likelihood		1028.828		
Akaike information criterion		-32.02628		
Schwarz criterion		-31.34592		

Gráfico 2.1: Descomposición de Varianza

Variance Decomposition



Cuadro N° 2.6: Descomposición de varianza

Period	S.E.	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	0.158289	93.38605	0.010843	0.792566	5.810542
2	0.226326	95.46874	0.288076	0.509308	3.733873
3	0.273860	96.25736	0.275736	0.416217	3.050682
4	0.308025	96.54888	0.253959	0.383957	2.813200
5	0.332178	96.56390	0.239315	0.384063	2.812725
6	0.348703	96.40053	0.231851	0.404751	2.962863
12	0.374033	94.46165	0.244823	0.637109	4.656423
24	0.376632	93.98159	0.249577	0.694433	5.074403
30	0.376715	93.97451	0.249582	0.695286	5.080617
40	0.376729	93.97313	0.249587	0.695453	5.081830

Factorization: Structural

Anexo N° 3  
Modelo En forma dinámica

El modelo que se plantea responde a la estructura de una economía pequeña y abierta en vías de desarrollo tal y como lo presentan Ball (1999), Cavoli (2006)<sup>2</sup> y Morón y Winkelried (2001)

$$y_{t+1} = \varpi y_t - \beta r_t + \kappa q_t + \varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (1)$$

$$\varpi > 0; \beta > 0; \kappa > 0$$

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha y_t + \phi(q_t - q_{t-1}) + \eta_{t+1} \dots\dots\dots (2)$$

$$\alpha > 0; \phi > 0$$

$$q_t = -\theta r_t - v_t \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta > 0$$

Donde:  $y_t$  es el producto real,  $r_t$  es la tasa de interés real,  $q_t$  es el tipo de cambio real,  $\pi_t$  es la inflación y  $\eta_t$ ,  $\varepsilon_t$  y  $v_t$  representan los choques de inflación, de producto y de tipo de cambio respectivamente, todos los coeficientes son positivos, las variables  $y_t$  y  $q_t$  están en logaritmos y son medidas en desviaciones respecto de sus tendencias de largo plazo,  $\pi_t$  esta medido en desviaciones respecto de su valor meta.

Despejando  $r_t$  de la ecuación (3)

$$r_t = -\frac{q_t + v_t}{\theta} \dots\dots\dots (3.1)$$

Sustituyendo la ecuación (3.1) en la ecuación (1):

$$y_{t+1} = \varpi y_t + \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_t + \varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (1.1)$$

Función de pérdida del Banco Central:

$$L_t = \mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2 \dots\dots\dots (4)$$

El objetivo del banco central es minimizar su función de pérdida en el tiempo:

$$\min \zeta = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \delta^i L_{t+i} \dots\dots\dots (5)$$

Sujeto a:

$$y_{t+1} = \varpi y_t + \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_t + \varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha y_t + \phi(q_t - q_{t-1}) + \eta_{t+1} \dots\dots\dots (2)$$

El BCRP tomara sus decisiones de política orientado a cumplir sus objetivos de inflación meta sin embargo existen razones suficientes para controlar la volatilidad del tipo de cambio en una economía en vías de desarrollo y con dolarización (un miedo a flotar<sup>3</sup>), en este sentido el tipo de cambio juega un rol muy importante en el diseño de política.

<sup>2</sup> En el modelo plantado por Ball (1998) y Cavoli (2006) un incremento del tipo de cambio significa una apreciación, para el siguiente trabajo un incremento del tipo de cambio significa una depreciación de la moneda nacional.

<sup>3</sup> Ver Calvo and Reinhart, 2002.



Para solucionar el problema de minimización de la función de pérdida del Banco Central de Reserva en este caso se debe tener en cuenta que las variables de estado son  $\pi_t$ ,  $y_t$  y la variable control es el tipo de cambio ( $q_t$ )

Dado que el tipo de cambio es la variable de control y es una determinante de la inflación y del producto en el siguiente periodo, modificamos la función objetivo de la ecuación (5) y la expresamos de la siguiente forma:

$$\min_{q_t} \zeta = \delta^0 E_t [\mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2] + \delta^1 E_t [\mu_\pi \pi_{t+1}^2 + \mu_y y_{t+1}^2] + \sum_{i=2}^{\infty} \delta^2 L_{t+i}$$

$$\min_{q_t} \zeta = \mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2 + \delta E_t [\mu_\pi \pi_{t+1}^2 + \mu_y y_{t+1}^2] + \sum_{i=2}^{\infty} \delta^2 L_{t+i} \dots\dots\dots(5.2)$$

Reemplazando (1.1) y (2) en (5.2)

$$\min_{q_t} \zeta = \mu_\pi \pi_t^2 + \mu_y y_t^2 + E_t \sum_{i=1}^{\infty} \delta^i \left[ \mu_\pi (\pi_{t+i} + \alpha y_{t+i} + \phi(q_{t+i} - q_{t+i-1}) + \eta_{t+i+1})^2 + \mu_y \left( \omega y_{t+i} + \frac{\beta}{\theta} v_{t+i} + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_{t+i} + \varepsilon_{t+i+1} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(5.3)$$

Derivando La ecuación (5.3) con respecto al tipo de cambio real ( $q_t$ )

$$\frac{\partial \zeta}{\partial q_{t+i}} = 2\delta^{1+i} E_t \left[ \frac{\phi \mu_\pi (\pi_{t+i} + \alpha y_{t+i} + \phi(q_{t+i} - q_{t+i-1}) + \eta_{t+i+1})}{(\kappa + \frac{\beta}{\theta}) \mu_y \left( \omega y_{t+i} + \frac{\beta}{\theta} v_{t+i} + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_{t+i} + \varepsilon_{t+i+1} \right)} \right] = 0 \quad \forall i \geq 0$$

$$\phi \mu_\pi E_t \left[ \pi_{t+i} + \alpha y_{t+i} + \phi(q_{t+i} - q_{t+i-1}) \right] + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) \mu_y E_t \left[ \omega y_{t+i} + \frac{\beta}{\theta} v_{t+i} + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_{t+i} \right] = 0 \dots\dots\dots(5.4)$$

La ecuación (5.4) se puede escribir de la siguiente forma:

$$+ \phi \mu_\pi E_t \left[ \pi_{t+1+i} \right] + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) \mu_y E_t \left[ y_{t+1+i} \right] = 0$$

$$\frac{E_t \left[ y_{t+1+i} \right]}{E_t \left[ \pi_{t+1+i} \right]} = - \frac{\phi \mu_\pi}{(\kappa + \frac{\beta}{\theta}) \mu_y} \dots\dots\dots(5.5)$$

La ecuación (5.5) representa la ecuación de Euler que indica que en el óptimo el BCRP iguala la tasa marginal de sustitución intertemporal entre el nivel de producto y la inflación con el peso relativo que se le da a cada uno de ellos.

Especificando la expresión (5.4) en términos del periodo inicial i=0

$$- \phi \mu_\pi (\pi_t + \alpha y_t + \phi(q_t - q_{t-1})) = (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) \mu_y \left( \omega y_t + \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta}) q_t \right) \dots\dots\dots(5.4)$$

Despejando  $q_t$  de la ecuación (5.4)

$$-\phi\mu_{\pi_t} - \phi\mu_{\alpha y_t} - \phi\mu_{\pi}(\phi(q_t - q_{t-1})) = (\kappa + \frac{\beta}{\theta})\mu_y \varpi y_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta})\mu_y \frac{\beta}{\theta} v_t + (\kappa + \frac{\beta}{\theta})^2 \mu_y q_t$$

Haciendo :  $A = \kappa + \frac{\beta}{\theta}$

$$-\theta\phi\mu_{\pi_t} - \theta\phi\mu_{\alpha y_t} - \theta\phi^2\mu_{\pi} q_t + \theta\phi^2\mu_{\pi} q_{t-1} = \theta A\mu_y \varpi y_t + A\beta\mu_y v_t + \theta A^2\mu_y q_t$$

$$-\theta\phi^2\mu_{\pi} q_t - \theta A^2\mu_y q_t = \theta A\mu_y \varpi y_t + A\beta\mu_y v_t - \theta\phi^2\mu_{\pi} q_{t-1} + \theta\phi\mu_{\alpha y_t} + \theta\phi\mu_{\pi_t} \dots\dots\dots(5.5)$$

Agrupando términos y Reemplazando  $v_t$  de (3) en (5.5)

$$(\phi^2\mu_{\pi} + A^2\mu_y)\theta q_t = -(A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha})\theta y_t - A\beta\mu_y(-q_t - \theta r_t) - \theta\phi\mu_{\pi_t} + \theta\phi^2\mu_{\pi} q_{t-1}$$

$$(\phi^2\mu_{\pi} + A^2\mu_y)\theta q_t - A\beta\mu_y q_t - A\beta\mu_y \theta r_t = -(A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha})\theta y_t - \theta\phi\mu_{\pi_t} + \theta\phi^2\mu_{\pi} q_{t-1}$$

$$-\left(A\frac{\beta}{\theta}\mu_y - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y\right)\theta q_t - A\beta\mu_y \theta r_t = -(A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha})\theta y_t - \theta\phi\mu_{\pi_t} + \theta\phi^2\mu_{\pi} q_{t-1}$$

Si dividimos ambos lados de la ecuación por  $-\theta(A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y)$  para encontrar un peso ponderado entre el tipo de cambio real y la tasa de interés real

$$\left(\frac{A\beta}{\theta}\mu_y - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y\right) q_t + \frac{A\beta\mu_y}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y} r_t = \frac{1}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y} \left((A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha})y_t + \phi\mu_{\pi_t} - \phi^2\mu_{\pi} q_{t-1}\right)$$

$$\left(1 - \frac{A\beta\mu_y}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y}\right) q_t + \frac{A\beta\mu_y}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y} r_t = \frac{1}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y} \left((A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha})y_t + \phi\mu_{\pi_t} - \phi^2\mu_{\pi} q_{t-1}\right)$$

$$(1-w)q_t + wr_t = -\left(\frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_{\alpha}}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y}\right) y_t - \frac{\phi\mu_{\pi}}{A\beta\mu_y\left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_{\pi} - A^2\mu_y} (\pi_t - \phi q_{t-1})$$

.....(5.6)

Donde:

$$w = \frac{A\beta\mu_y}{A\beta\mu_y \left(1 + \frac{1}{\theta}\right) - \phi^2\mu_\pi - A^2\mu_y}$$

La expresión (5.6) representa la regla de política óptima como un promedio entre la tasa de interés real y el tipo de cambio real, Ball (1998) denomina a esta expresión Índice de Condición Monetaria (ICM) e indica que el término  $\pi_t - \phi q_{t-1}$  puede interpretarse como una estimación de la inflación de largo plazo asumiendo que el nivel de producto está en su tasa natural.

Despejando  $r_t$  para obtener la regla de Taylor

$$r_t = \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} (\pi_t - \phi q_{t-1}) - \frac{(1-w)}{w} q_t$$

$$r_t = \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} (\pi_t - \phi q_{t-1}) - \left( \frac{A\frac{\beta}{\theta}\mu_y - \phi^2\mu_\pi - A^2\mu_y}{A\beta\mu_y} \right) q_t$$

$$r_t = \left( \frac{A\varpi\mu_y + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} (\pi_t - \phi q_{t-1}) + \left( \frac{A\kappa\mu_y + \phi^2\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \right) q_t \dots\dots\dots(5.7)$$

Reemplazando la tasa de interés real por su respectiva tasa de interés nominal

$$r_t = i_t - E\Pi_{t+1}$$

$$i_t = E\Pi_{t+1} + \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} (\pi_t - \phi q_{t-1}) + \left( \frac{\phi^2\mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t$$

La tasa de inflación esperada se puede expresar como una expresión aleatoria que depende de la inflación pasada (una expresión que indica el suavizamiento de la tasa de inflación en el tiempo).

$$E\Pi_{t+1} = \rho_0 + \rho\Pi_t + \varepsilon_\pi$$

$$i_t = \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2\mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2\mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} + \varepsilon_\pi$$

.....(5.7)

La expresión (5.7) representa la regla de política óptima para una economía abierta en la que el banco central de reserva reacciona ante los cambios de la inflación, de la brecha de producto, de la brecha de inflación, de la brecha de tipo de cambio real tanto en el periodo actual como de su rezago.

Por otro lado, se ha documentado empíricamente que los bancos centrales frecuentemente suavizan los cambios en las tasas de interés, ya que consideran que hay costos adicionales relacionados con la volatilidad de la tasa de interés. Por lo tanto, tener en cuenta que los movimientos en la tasa de interés son suavizados, es importante para que el modelo sea empíricamente relevante, en este sentido el banco central suavizará la tasa de interés en el tiempo de la siguiente manera.

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho) i^{RO} + \varepsilon_i \dots\dots\dots(6)$$

Donde:  $i^{RO}$  es la tasa de interés obtenida de la regla de política óptima,  $\rho$  es el coeficiente de suavizamiento de la tasa de interés de referencia.

La ecuación (6) indica que la tasa de interés observada en cada período es una combinación de la tasa de interés obtenida óptimamente y de la tasa de interés observada en el período anterior e incluye choques exógenos y aleatorios a la tasa de interés ( $\varepsilon_t$ ):

Reemplazando en (6) la tasa de interés de la regla óptima obtenida en la ecuación (5.7)

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho) \left( \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2 \mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2 \mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} + \varepsilon_\pi \right) + \varepsilon_i$$

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho) \left( \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{A\mu_y \varpi + \phi\mu_\pi \alpha}{A\beta\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2 \mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2 \mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} \right) + (1-\rho)\varepsilon_\pi + \varepsilon_i$$

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho) \left( \sigma_0 + \sigma_1 \Pi_t + \left( \frac{\varpi}{\beta} + \frac{\phi\alpha}{A\beta} \frac{\mu_\pi}{\mu_y} \right) y_t + \frac{\phi\mu_\pi}{A\beta\mu_y} \pi_t + \left( \frac{\phi^2 \mu_\pi + A\mu_y \kappa}{A\beta\mu_y} \right) q_t - \frac{\phi^2 \mu_\pi}{A\beta\mu_y} q_{t-1} \right) + v_t$$

.....(5.8)

La ecuación (5.8) es la Ecuación de función de reacción del Banco Central de Reserva que incorpora el factor de suavizamiento

## Anexo 4

## Definición de Variables y metodología de cálculo de brechas de las variables

## 4.1 Definición de variables

- La tasa de interés interbancaria ( $i_t$ ).-Tasa de interés que publica el Banco Central de Reserva del Perú, después de la reunión de directorio en la primera semana de cada mes.
- Inflación ( $\Pi_t$ ).-Variación porcentual anualizada del Índice de Precios al Consumidor subyacente (IPCS).

$$\Pi_t = \ln(IPCS_t) - \ln(IPCS_{t-12})$$

- El IPCS, considera una canasta de bienes y servicios relevante para el control de inflación y es medido por el Banco Central de Reserva del Perú.
- Inflación meta ( $\Pi^{meta}$ ).- Tasa de Inflación anual anunciado por el Banco Central de Reserva del Perú a inicios de cada año.
- Brecha de Inflación ( $\pi_t$ ).-Es la diferencia de la inflación subyacente anualizada y la inflación meta anual.

$$\pi_t = \Pi_t - \Pi^{meta}$$

- Variación del Producto ( $Y_t$ ).-Variación porcentual anualizada del Índice del Producto Bruto Interno Real, esta serie es en primer lugar desestacionalizada y luego se obtiene la variación porcentual en logaritmos.  $Y_t = \ln(IPBI_t) - \ln(IPBI_{t-12})$ . La variable relevante es el Índice del Producto bruto interno (IPBI) mensual.

- Producto Potencial ( $Y^{Pot}$ ).- Es obtenido mediante la aplicación del filtro de Hodrick - Prescott a la variable  $Y_t$ , con un parámetro de suavizamiento de 14400. Mediante este filtro se separa el ciclo y la tendencia del Producto Bruto Interno Real, a fin de obtener un estimado suave del comportamiento de la tendencia de largo plazo, este resultado servirá como una variable proxy del producto potencial.

- Brecha de Producto ( $y_t$ ).- Es obtenido mediante la diferencia entre la variación del producto y su valor potencial:  $y_t = Y_t - Y_t^{pot}$

- Tipo de cambio real ( $e_t$ ), El tipo de cambio real es obtenido mediante la siguiente formula.

$$e_t = \log(tcn) + \log(IPC^*) - \log(IPC)$$

- Donde:  $tcn$ , es el tipo de cambio nominal bancario compra promedio del mes,  $IPC^*$  índice de precios al consumidor de los principales socios comerciales del país.
- Tendencia del tipo de cambio real ( $e_t^{tend}$ ), Es la tendencia que sigue el tipo de cambio real y es obtenido aplicando el filtro de Hodrick y Prescott.
- Brecha de tipo de cambio real ( $q_t$ ).- Es la diferencia entre el tipo de cambio real y de su tendencia.

$$q_t = e_t - e_t^{tend}$$

## 4.2 Metodología de cálculo de brechas de las variables

- Brecha del Producto

Para calcular la Brecha del producto se utilizó la siguiente ecuación:  
Brecha Producto = PBI - PBI potencial

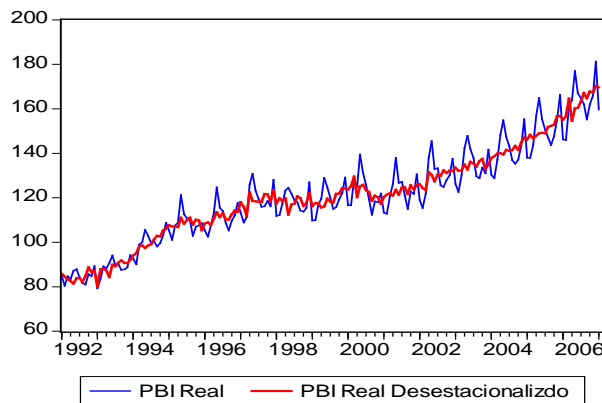
Lahura (2004) nos dice que cuando el PBI potencial se ajusta mediante filtros estadísticos la brecha del producto se calcula como: **Brecha Producto = PBI - PBI Tendencial**

- PBI tendencial como Proxy del PBI potencial

En la literatura existen muchas metodologías para estimar el PBI potencial de un país, todas estas difieren en su método<sup>4</sup> pero concluyen que la estimación del PBI potencial es sólo una aproximación y que no se ajusta a lo real, debido a que se abstraen variables muy relevantes que deberían incluirse en la estimación, pero no se las toma en cuenta porque no son observables o porque simplemente son difíciles de calcular, por tanto el PBI potencial que es parte de la brecha del producto tampoco es observable.

Antes de pasar a calcular el PBI potencial de la economía peruana se debe desestacionalizar la variable debido a que la presencia del componente estacional puede incrementar innecesariamente la varianza del PBI.

Gráfico N° 4.1: PBI Desestacionalizado

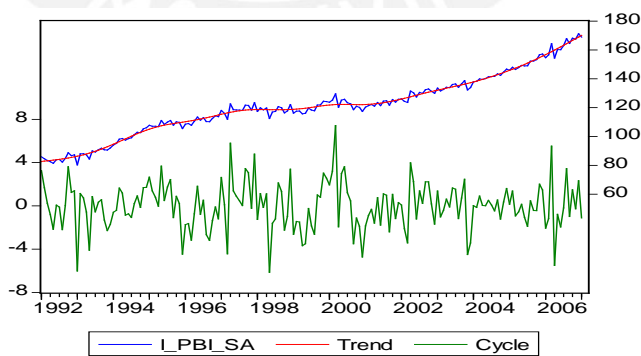


Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (pagina WEB)

Miller (2003), estimó el PBI potencial anual y trimestral para el Perú para el periodo 1950-2001, y comprobó que los métodos no estructurales que mejor explican los ciclos económicos son los Filtros de Hodrick y Prescott y el filtro de Baxter y King.

Aún con los problemas de estimación que traen los métodos no estructurales se consideró estimar el PBI potencial con el Filtro de Hodrick y Prescott, teniendo en cuenta los valores de lambda sugeridos por el estudio de Miller (2003). Se utilizó información mensual desde 1992 hasta el 2006 para obtener un resultado con ganancias estadísticas por grados de libertad.

Gráfico N° 4.2: PBI potencial y Brecha del Producto

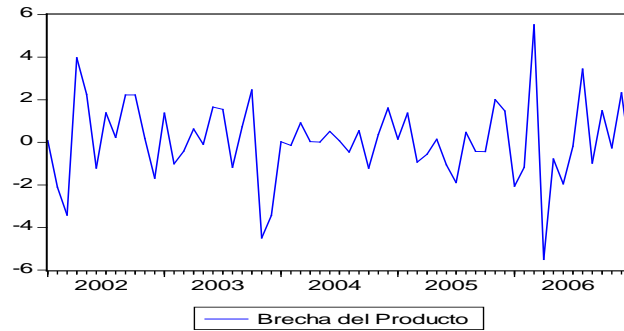


Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (pagina WEB)

Después de aplicar el Filtro de Hodrick y Prescott con un valor para lambda de 14400, los resultados mostrados en el gráfico nos muestra el PBI potencial (trend), y los ciclos del producto (cycle). Esta última es la brecha del producto propiamente dicha.

<sup>4</sup> Existen diferentes métodos para calcular el PBI potencial tales como los métodos no estructurales, métodos directos, los métodos estructurales, y los métodos multivariados. (ver Miller 2003: para una explicación de estos métodos)

Gráfico N° 4.2: Estacionariedad Brecha del Producto



Fuente: Elaboración propia con información del Banco Central de Reserva del Perú

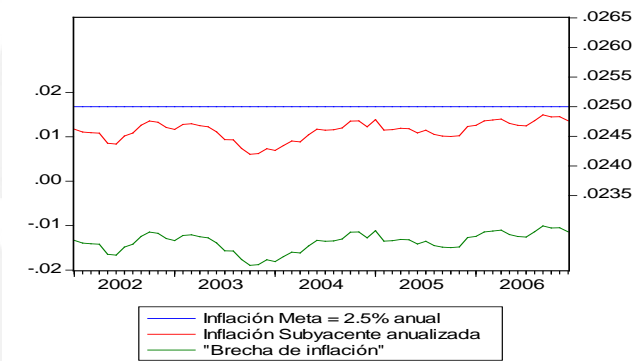
La brecha de producto construida utilizando el método no estructural del Filtro de HP, es estacionaria en niveles tal y como lo indica los test de raíz unitaria aplicados a esta variable<sup>5</sup>. Todos los tests rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria al 1%.

- Brecha de Inflación :  $\pi_t = \Pi_t - \Pi^{meta}$

La brecha inflación para el periodo de estudio enero del 2002 y diciembre del 2006 es:

$$\pi_t = \Pi_t - 0.025$$

Gráfico N° 4.3: Inflación subyacente, inflación Meta y Brecha de Inflación



Fuente: Elaboración propia con información del Banco Central de Reserva del Perú

La brecha de inflación muestra un comportamiento estacionario en el tiempo dado que no presenta problemas de raíz unitaria<sup>6</sup>.

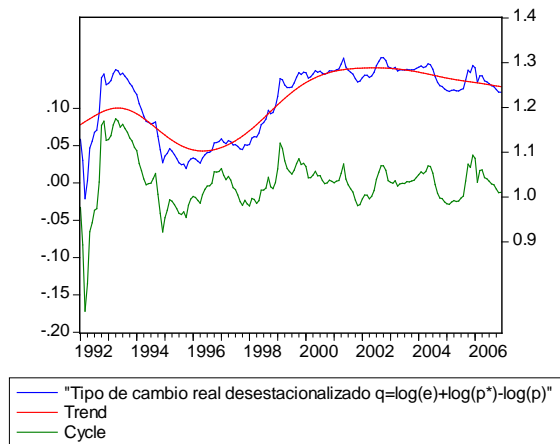
- Brecha del Tipo de Cambio Real

La brecha de tipo de cambio (cycle), se ha estimado como ya se ha explicado anteriormente utilizando el filtro de Hodrick y Prescott, para este calculo se ha utilizado información desde enero de 1992 hasta diciembre del 2006, esto con el objetivo de obtener un mejor ajuste de la variable.

<sup>5</sup> Ver cuadro N° 2.1 del Anexo 2

<sup>6</sup>Ibid

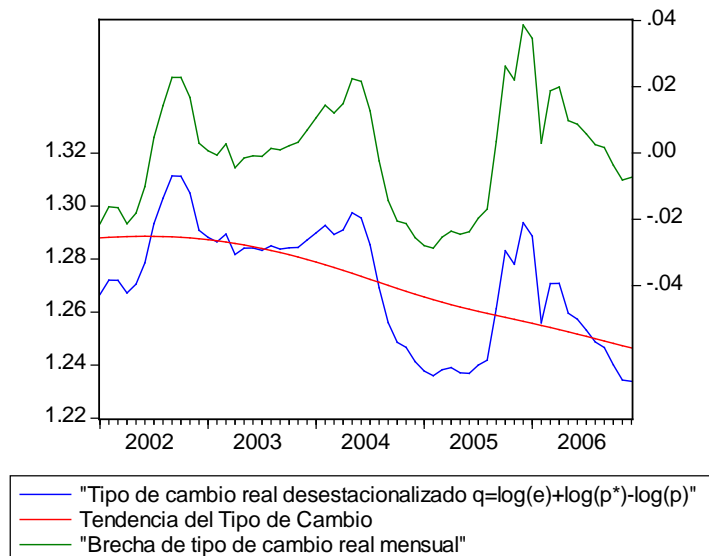
Gráfico N° 4.3: Tipo de cambio, su tendencia y brecha de tipo de cambio real



Fuente: Elaboración propia con información del Banco Central de Reserva del Perú

Para el periodo relevante del presente trabajo (enero del 2002 hasta diciembre del 2006) se observa un comportamiento diferenciado de la brecha del tipo de cambio real. En algunos periodos se ha incrementado rápidamente (primer semestre del 2002), en otros ha mantenido una relativa estabilidad (2003 hasta mediados 2004 y primer semestre del 2005) y también presenta periodos de caídas drásticas (segundo semestre del 2004 y todo el 2006), a pesar de este comportamiento diferenciado por periodos, la variable brecha de tipo de cambio no presenta problemas de raíz unitaria<sup>7</sup>.

Gráfico N° 4.4: Tipo de cambio, su tendencia y brecha de tipo de cambio real para el periodo de estudio (2002-2006)



Fuente: Elaboración propia con información del Banco Central de Reserva del Perú

Las variables relevantes para estimar la función de reacción del Banco Central de Reserva del Perú no presentan comportamiento de raíz unitaria.

<sup>7</sup> Ibid