

NOTA TÉCNICA

N.º 007 | 2022

## El modelo de proyección macroeconómica (MoP) del Banco Central de Costa Rica

Evelyn Muñoz Salas  
Adolfo Rodríguez Vargas



Fotografía de portada: "Presentes", conjunto escultórico en bronce, año 1983, del artista costarricense Fernando Calvo Sánchez. Colección del Banco Central de Costa Rica.

# El Modelo de proyección macroeconómica (MoP) del Banco Central de Costa Rica

Evelyn Muñoz Salas<sup>†</sup>  
Adolfo Rodríguez Vargas<sup>†</sup>

Las ideas expresadas en este documento son de los autores y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica.

## Resumen

En todo banco central la modelación macroeconómica es un proceso continuo, que procura incorporar en las herramientas de análisis y proyección el avance en el conocimiento y de la realidad de la economía.

En el caso costarricense, el modelo macroeconómico se ha adaptado a los cambios que progresivamente ha adoptado en Banco Central, primero en el esquema cambiario en busca de una mayor flexibilidad, y posteriormente en el régimen monetario, cuando en 2018 adopta formalmente un esquema de metas de inflación.

El modelo de proyección macroeconómica (MoP) que aquí se presenta constituye una de las principales herramientas que permite evaluar la coherencia del ejercicio de proyección que de forma periódica realiza el BCCR.

**Palabras clave:** inflación, política monetaria, tasas de interés

**Clasificación JEL:** E12, E17; E52.

<sup>†</sup> Departamento de Investigación Económica. División Económica, BCCR. [munoze@bccr.fi.cr](mailto:munoze@bccr.fi.cr)

<sup>†</sup> Este documento se realizó mientras Adolfo Rodríguez Vargas era funcionario del BCCR.

Departamento de Investigación Económica. División Económica, BCCR. [Inv\\_Eco@bccr.fi.cr](mailto:Inv_Eco@bccr.fi.cr)

# The Macroeconomic Model (MoP) of the Central Bank of Costa Rica

Evelyn Muñoz Salas<sup>‡</sup>  
Adolfo Rodríguez Vargas<sup>†</sup>

The ideas expressed in this paper are those of the authors and not necessarily represent the view of the Central Bank of Costa Rica.

## Abstract

In every central bank, macroeconomic modeling is a continuous process, which seeks to incorporate advances in knowledge and the reality of the economy into the analysis and projection tools.

In the case of Costa Rica, the macroeconomic model has been adapted to the changes that the Central Bank has progressively adopted, first in the flexibility of the exchange rate scheme, and later with the adoption of an inflation target regime.

The macroeconomic projection model (MoP) presented here is one of the main tools that allows the evaluation of the quarterly projection exercise carried out by the BCCR.

**Key words:** inflation, monetary policy, interest rate.

**JEL codes:** E12, E17; E52.

<sup>‡</sup> Department of Economic Research, Economic Division, BCCR. Email address [munozse@bccr.fi.cr](mailto:munozse@bccr.fi.cr)

<sup>†</sup> Este documento se realizó mientras Adolfo Rodríguez Vargas era funcionario del BCCR.

Department of Economic Research, Economic Division, BCCR. Email address [Inv\\_Eco@bccr.fi.cr](mailto:Inv_Eco@bccr.fi.cr)

## Contenido

1. Introducción.....	1
2. La modelación macroeconómica en el Banco Central de Costa Rica .....	1
3. Mecanismos de transmisión de la política monetaria.....	3
4. Estructura del Modelo de proyección macroeconómica (MoP) .....	5
4.1. Demanda agregada .....	5
4.2 Inflación.....	6
4.3 Tasas de interés .....	8
4.5 Paridad descubierta de tasas de interés.....	9
5. Propiedades del MoP.....	10
5.1 Propiedades de largo plazo. ....	10
5.2 Evaluación de la capacidad predictiva del modelo.....	11
5.3 Ejercicios de simulación .....	15
6. Conclusiones .....	20
7. Referencias .....	21
8. Anexos.....	23

# **Modelo de proyección macroeconómica (MoP) del Banco Central de Costa Rica**

## **1. Introducción**

El Modelo macroeconómico de proyección (en adelante MoP) es una pieza del proceso de proyección del BCCR que permite evaluar su coherencia mediante un marco analítico fundamentado en la teoría económica. Representa el funcionamiento de la economía de manera agregada, y en él se sistematizan los principales mecanismos de transmisión de la política del BCCR y los rezagos con los que opera.

El MoP es un modelo dinámico, semi-estructural, diseñado para una economía pequeña y abierta, compuesto por un conjunto de ecuaciones que se agrupan en los siguientes bloques: a) oferta agregada, b) demanda agregada, c) paridad de tasas de interés y d) regla de política monetaria. Modelos satélites complementan la información que brinda el MoP.

El BCCR dedica esfuerzos por mejorar permanentemente este marco analítico, y procura incorporar nueva información, conocimiento teórico y avances empíricos sobre el funcionamiento de la economía en Costa Rica.

Este documento, que aborda el estado de esta herramienta al 2021, se estructura de la siguiente forma, la sección 2 hace un breve recorrido sobre la experiencia de modelación macroeconómica del BCCR. La sección 3 describe los mecanismos de transmisión de la política monetaria en Costa Rica en un contexto de metas de inflación junto con las principales ecuaciones de comportamiento e identidades que conforman el MoP. La sección 4 ilustra la dinámica del modelo mediante ejercicios de impulso respuesta a un conjunto de variables. Los comentarios finales se realizan en la sección 5.

## **2. La modelación macroeconómica en el Banco Central de Costa Rica**

La modelación en el BCCR es un proceso que inició décadas atrás con el desarrollo de herramientas que buscan apoyar a las autoridades en el análisis y la toma de decisiones. Se reconoce que la estrategia de modelación requiere adaptarse tanto a la realidad cambiante, como al avance en el conocimiento económico y en las técnicas cuantitativas.

En este proceso se pueden identificar varias etapas, cada una de ellas asociada al régimen monetario y cambiario que prevaleció en Costa Rica. Es así como durante los primeros años de la década de los 2000 se desarrolló un modelo macroeconómico de pequeña escala<sup>1</sup> (MMPE), cuya estructura describía un banco central que operaba bajo un régimen cambiario de paridad ajustable (minidevaluaciones), y que, por tanto, no disponía de independencia en el uso de la tasa de interés como instrumento de política monetaria. Así pues, el modelo carecía de una regla de política monetaria e integraba una ecuación que explicaba la trayectoria del nivel de reservas internacionales como proporción del PIB.

---

<sup>1</sup> (León Murillo, Muñoz Salas, Rojas Sánchez, & Sáenz Castegnaró, 2004).

En octubre de 2006, como parte de un proyecto de modernización de la política monetaria con el objetivo de adoptar en el mediano plazo un régimen de metas de inflación, se sustituyó el esquema de paridad ajustable vigente por más de 20 años, por un esquema de banda cambiaria. Adicionalmente, se inició un conjunto de reformas necesarias para adoptar la tasa de interés como instrumento de política monetaria. Como respuesta a este cambio estructural, el modelo macroeconómico del Banco se reformuló en línea con los avances adoptados por otros bancos centrales que han seguido de manera exitosa un régimen monetario de meta de inflación, y se incorporaron las condiciones necesarias de un proceso de flexibilidad cambiaria creciente<sup>2</sup>.

Así pues, la versión del modelo macroeconómico de proyección trimestral<sup>3</sup> (MMPT) resultante seguía un enfoque neokeynesiano y su núcleo estaba compuesto por cinco ecuaciones de comportamiento:

- a. Una curva de Phillips para modelar la relación dinámica entre inflación, brecha del producto y expectativas inflacionarias.
- b. Una ecuación de expectativas de inflación en la cual éstas dependen de los desvíos inflacionarios de periodos previos, y como suele ser usual para el caso de economías pequeñas y abiertas, de un indicador de inflación importada.
- c. Una curva de equilibrio en el mercado de bienes y servicios (IS), que modela la brecha del producto como una relación funcional de las brechas en tasa de interés real, en términos de intercambio y en el producto de los Estados Unidos.
- d. Una regla de política monetaria prospectiva, para reflejar el rezago con que opera la política. Los cambios en la tasa de interés se originan en desvíos entre la proyección de inflación y la meta de inflación.
- e. Una expresión para la paridad descubierta de tasas de interés real, a partir de la cual se resuelve la dinámica de corto plazo del tipo de cambio nominal.

La dinámica de transmisión de la política monetaria del MMPT se concentraba en los canales de demanda agregada, tipo de cambio y expectativas inflacionarias.

Dos eventos marcaron la necesidad de revisar y mejorar esta herramienta de análisis y proyección: en primer lugar, la modificación del régimen cambiario hacia uno de flotación administrada en febrero de 2015<sup>4</sup> y, en segundo lugar, la adopción formal de un esquema de meta de inflación en enero de 2018<sup>5</sup>.

El modelo macroeconómico de proyección (MoP) que se presenta en este documento reúne los avances logrados en años recientes en este entorno de política. El MoP se utiliza

---

<sup>2</sup> Muñoz (2018) detalla las acciones más relevantes llevadas a cabo por el BCCR con miras a la adopción de un esquema de meta de inflación en Costa Rica.

<sup>3</sup> Muñoz y Tenorio (2008).

<sup>4</sup> Alfaro, Sánchez y Tenorio (2016).

<sup>5</sup> Artículo 5 del acta de la sesión 5813-2018, celebrada el 31 de enero de 2018.

actualmente para la formulación de escenarios de proyección discutidos por la Junta Directiva del BCCR en las reuniones de política monetaria, en los Informes Mensuales de Coyuntura Económica y los Informes de Política Monetaria. Es la herramienta que subyace a las proyecciones de inflación e inflación subyacente que el BCCR comunica mediante sus gráficos de abanico.

En el proceso de proyección intervienen otras herramientas que muestran una capacidad de pronóstico superior en el corto plazo, en especial de la inflación. Tal es el caso de los modelos univariados con volatilidad estocástica (Fuentes-Fuentes & Rodríguez-Vargas, 2016); la combinación bayesiana de modelos de inflación (Chavarría-Mejía & Chaverri-Morales, 2015); las proyecciones de inflación mediante técnicas de aprendizaje estadístico (Rodríguez-Vargas, 2020). De forma complementaria, se realiza una proyección de inflación general y subyacente por artículo de la canasta del Índice de Precios al Consumidor, en la que se considera información sobre ajustes en precios regulados que hayan sido anunciados o aprobados para el trimestre en curso<sup>6</sup>.

### **3. Mecanismos de transmisión de la política monetaria**

En un esquema de metas de inflación, el punto de partida para orientar la toma de decisiones de política monetaria es la proyección de la trayectoria más probable de las principales variables macroeconómicas y su efecto sobre la tasa de inflación en el horizonte de la programación macroeconómica, que para el caso costarricense es de 24 meses (8 trimestres).

En el BCCR, el MoP es la principal herramienta utilizada para generar proyecciones para las variables económicas que incorporen el efecto de las decisiones de política monetaria que adopte el BCCR. Es un modelo semiestructural de fundamentación teórica neokeynesiana para una economía pequeña y abierta. Contempla tres canales de transmisión que constituyen la base del diseño de la política monetaria: el canal de la tasa de interés, el canal del tipo de cambio, y el canal de las expectativas de los agentes económicos.

Como se ilustra el Diagrama 1, el proceso inicia con la comunicación al público del valor de la meta de inflación definida por el Banco para el horizonte de política. En el marco de política vigente, para definir la meta de inflación de largo plazo, al ser Costa Rica un país pequeño y abierto comercial y financieramente, se tomó como referencia la inflación de largo plazo de los principales socios comerciales de Costa Rica (ver Álvarez y León, 2012).

El BCCR realiza el anuncio de un valor puntual para su meta de inflación, además de un rango de tolerancia para la inflación en torno a esa meta de  $\pm 1$  punto porcentual (p.p.).

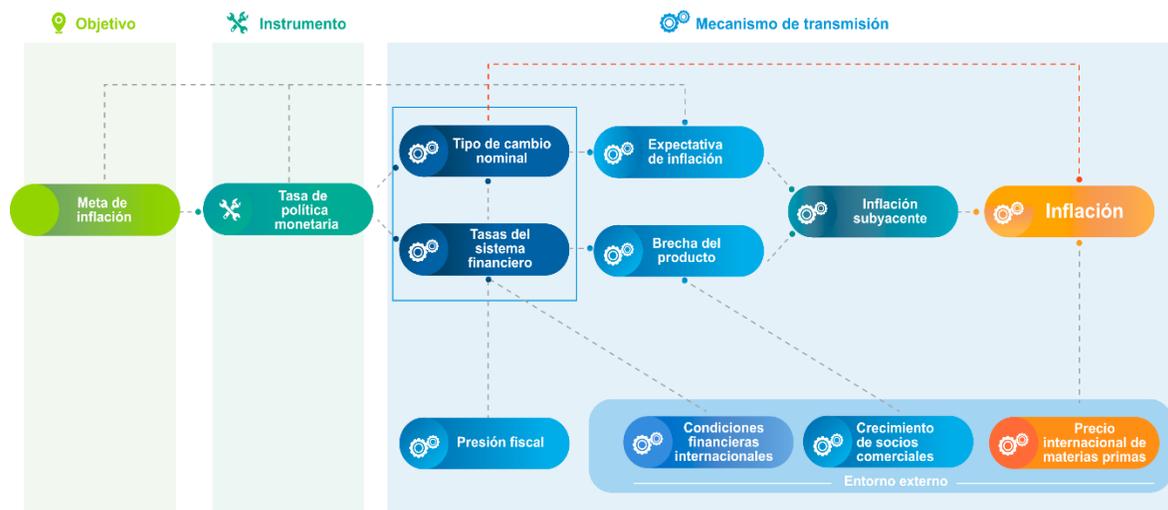
Una vez establecido ese objetivo, la decisión sobre modificaciones en la tasa de política monetaria (TPM) se realiza a partir de un análisis que toma en consideración la trayectoria

---

<sup>6</sup> Este ejercicio se conoce como proyección pasiva de la inflación.

más probable de un conjunto amplio de indicadores, la mejor proyección disponible de los determinantes directos e indirectos de la inflación, y conocimiento sobre el rezago con que opera la política monetaria.

**Diagrama 1 Mecanismos de transmisión en el MoP**



Fuente: elaboración propia.

En el contexto del MoP, el comportamiento de la inflación en el corto y mediano plazo se explica, básicamente, por las presiones de demanda y las expectativas de inflación.

Las presiones de demanda se aproximan con la brecha del producto<sup>7</sup>, cuya evolución está determinada por condiciones externas, como la trayectoria de los términos de intercambio o el crecimiento económico de nuestros socios comerciales, y por condiciones financieras internas, resumidas en la tasa de interés real en el mercado financiero.

Esta tasa de interés del mercado refleja la postura de política del BCCR, así como las presiones que eventualmente ejercerían las necesidades de financiamiento del Gobierno Central en el mercado interno. Incorpora además el mejor conocimiento que se dispone de la transmisión de la tasa de política monetaria hacia las tasas del sistema financiero<sup>8</sup>.

El proceso de formación de expectativas incorpora elementos inerciales y prospectivos. En la medida en que la credibilidad del BCCR mejora, se incrementa su capacidad para anclarlas a la meta anunciada, al tiempo que se reduce la importancia relativa de los componentes inerciales. Las expectativas de inflación reaccionan además a las decisiones que tome el BCCR con respecto a los ajustes en su TPM. Otro factor que incide en las

<sup>7</sup> Se mide como la diferencia entre el nivel del PIB efectivo y el PIB potencial, expresada como porcentaje del PIB potencial (Rodríguez Vargas, 2022).

<sup>8</sup> Ver, Barquero y Loaiza (2021).

expectativas es la inflación importada y el efecto que sobre ésta puedan tener las variaciones en el tipo de cambio.

En este marco analítico, la política monetaria del BCCR se implementa de forma que, ante el riesgo de que en el horizonte de proyección la inflación se ubique por debajo de la meta, se consideraría bajar la TPM, para prevenir que se manifiesten o persistan presiones deflacionarias. Por el contrario, si existe el riesgo de que la inflación se ubique por encima, se consideraría ajustar al alza la TPM<sup>9</sup>.

Además, el modelo toma en cuenta que la economía está expuesta a choques de oferta, como variaciones en el precio de materias primas en el mercado internacional (hidrocarburos o alimentos, entre otras) o choques climáticos internos, los cuales eventualmente podrían ocasionar desvíos transitorios de la inflación medida por el IPC con respecto al rango meta. Puesto que desvíos de esta naturaleza tienden a ser temporales y no responden a condiciones sobre las que el BCCR tiene control, no justifican necesariamente reacciones de política, a menos que exista el riesgo de que los choques de oferta se manifiesten en efectos de segunda ronda sobre la inflación (es decir, que se extiendan a una estructura de precios más amplia y en forma más prolongada, o que afecten las expectativas de inflación).

En el modelo, cuando las brechas de producto y de tasa de interés se han cerrado, las expectativas de inflación han convergido a la meta, y se disipan los choques de oferta, la inflación subyacente y la medida por la variación del IPC convergen a la meta de inflación.

#### **4. Estructura del Modelo de proyección macroeconómica (MoP)**

La estructura básica del MoP se resume en un conjunto de ecuaciones de comportamiento y definiciones fundamentales, que se detallan en los apartados siguientes. Las series de datos utilizadas en el modelo se detallan en el Cuadro 3 del anexo, el valor de los parámetros se presenta en el Cuadro 5.

##### *4.1. Demanda agregada*

La curva IS describe la dinámica de la brecha del producto local. De acuerdo con (1), dicha dinámica la determinan la evolución de la economía de los Estados Unidos, principal socio comercial de Costa Rica, de los términos de intercambio y de la tasa de interés real, así como un componente inercial. Nótese que en la ecuación todas las variables están expresadas en forma de brechas: brecha de producto con respecto al PIB potencial, y

---

<sup>9</sup> Detalles de este proceso se presentan en el Capítulo 2 del Informe de Política Monetaria de abril de 2020 (Banco Central de Costa Rica, 2020).

brecha de términos de intercambio y de tasa de interés real respecto a sus valores de tendencia.

$$y_t^b = \alpha_1 y_{t-1}^b + \alpha_2 y_t^{*b} + \alpha_3 t_{t-i}^b + \alpha_4 r_{t-i}^b + \varepsilon_t^y \quad (1)$$

donde:

$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 > 0, \alpha_4 < 0$$

$y_t^b$  : brecha de producto de Costa Rica.

$y_t^{*b}$  : brecha de producto de los Estados Unidos.

$t_{t-i}^b$  : brecha de términos de intercambio.

$r_{t-i}^b$  : brecha de tasa de interés real.

$\varepsilon_t^y$  : perturbación aleatoria de demanda.

## 4.2 Inflación

En el MoP el comportamiento de la inflación se modela mediante dos ecuaciones: una para la inflación subyacente y otra para la inflación medida por la variación interanual del Índice de Precios al Consumidor.

La inflación subyacente corresponde a la noción de incremento sostenido en el nivel general de precios en la economía asociado con excesos monetarios, lo que excluye variaciones muy volátiles o idiosincráticas a mercados particulares sobre las que un banco central no tiene control.

En el MoP la inflación subyacente se modela mediante una ecuación de curva de Phillips neokeynesiana (2) que reconoce la existencia de rigideces nominales en el corto plazo, de forma que la inflación responde a las presiones de demanda agregada, aproximadas mediante la brecha de producto, así como a las expectativas de inflación de los agentes:

$$\pi_t^{sub} = \beta_1 \pi_{t-1}^{sub} + (1 - \beta_1) E_t(\pi_{t+4}) + \beta_2 y_{t-i}^b + \varepsilon_t^{sub} \quad (2)$$

donde

$$0 < \beta_1 < 1, \beta_2 > 0$$

$\pi^{sub}$  : inflación subyacente.

$E(\pi_{t+4})$  : expectativa de inflación formulada en  $t$  para 4 trimestres adelante.

$y_t^b$  : brecha de producto.

$\varepsilon_t^{sub}$  : perturbación aleatoria.

Una segunda ecuación incorpora a la inflación subyacente factores exógenos que influyen en la inflación medida por la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC):

$$\pi_t = \gamma_1 \pi_{t-1} + (1 - \gamma_1) \pi_t^{sub} + \gamma_2 \dot{p}_t^{petro} + \gamma_3 \dot{p}_t^{gran} + \gamma_4 \dot{e}_t + \varepsilon_t^\pi \quad (3)$$

Donde:

$$\gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0, \gamma_3 > 0, \gamma_4 > 0$$

$\pi_t$ : inflación según variación del IPC.

$\pi_t^{sub}$ : inflación subyacente.

$\dot{p}_t^{petro}$ : variación en el precio del petróleo.

$\dot{p}_t^{gran}$ : variación en el precio de granos.

$\dot{e}_t$ : variación del tipo de cambio nominal<sup>10</sup>.

$\varepsilon_t^\pi$ : perturbación aleatoria.

El canal de expectativas permite que, en tanto en Banco Central tenga credibilidad, sus anuncios incidan más rápida y directamente sobre el nivel de inflación que los restantes canales de transmisión. En el MoP las expectativas de inflación se modelan mediante un componente adaptativo, representado por un término de rezago, y un componente prospectivo, del cual forman parte la meta de inflación, la inflación de socios comerciales y las expectativas de variación del tipo de cambio; la reacción de las expectativas de inflación ante las decisiones de política que adopte el Banco Central es un mecanismo que procura capturar su credibilidad:

$$E_t(\pi_{t+4}) = \delta_1 E_{t-1}(\pi_{t+3}) + (1 - \delta_1) (\delta_2 \pi_t^M + \delta_3 \pi_t^*) + \delta_4 E_t(\dot{e}_{t+4}) + \delta_5 \Delta R_{t-1}^{pm} + \varepsilon_t^{exp} \quad (4)$$

donde

$$\delta_1 > 0, \delta_2 > 0$$

$E_t(\pi_{t+4})$ : expectativa de inflación formada en t para 4 trimestres adelante.

$\pi_t^M$ : meta de inflación anunciada para el largo plazo.

$\pi_t^*$ : inflación de socios comerciales.

$E_t(\dot{e}_{t+4})$ : expectativa (adaptativa) de variación del tipo de cambio en t para 4 trimestres adelante.

$\varepsilon_t^{exp}$ : perturbación estocástica.

---

<sup>10</sup> Como hecho estilizado se incluye que la inflación responde solamente ante aumentos del tipo de cambio, para reflejar la naturaleza asimétrica del traspaso de variaciones de tipo de cambio a precios en Costa Rica documentada en Brenes y Esquivel (2018), quienes encuentran que, ante disminuciones en el tipo de cambio, el traspaso es considerablemente menor que ante aumentos.

En estas especificaciones se reconoce el comportamiento altamente inercial que caracteriza el proceso inflacionario en Costa Rica.

### 4.3 Tasas de interés

La regla de política (5) describe el comportamiento de un banco central, que tiene por objetivo mantener la inflación en torno a su meta, y que ajusta la tasa de interés de política en función de la fase del ciclo en que se encuentra la economía.

Es una regla prospectiva tipo Taylor, en la cual la tasa de interés depende de la brecha del producto, que informa sobre posibles presiones futuras de demanda sobre los precios, y de las desviaciones con respecto a la meta de la proyección de la inflación subyacente, que es la que el BCCR puede controlar.

Además, se incluye un rezago de la tasa de política, con parámetro  $\theta_1$ , para modelar que las autoridades suavizan en el tiempo la implementación de cambios en su instrumento de política<sup>11</sup>. Debe aclararse que la regla no es una prescripción de acción para las autoridades, sino una guía sobre cómo se reaccionaría a las condiciones de la economía siguiendo patrones de comportamiento históricos.

$$R_t^{pm} = \theta_1 R_{t-1}^{pm} + (1 - \theta_1) (r_t^0 + E_t(\pi_{t+4})) + \theta_2 (\hat{\pi}_{t+4}^{sub} - \pi_t^M) + \theta_3 \hat{y}_{t+i}^b + \varepsilon_t^{pm} \quad (5)$$

donde

$$\theta_1 > 0, \theta_2 > 0, \theta_3 > 0$$

$R_t^{pm}$  : tasa de política monetaria nominal.

$r_t^0$  : tasa de interés real neutral (TIRN).

$E_t(\pi_{t+4})$  : expectativa de inflación en t para 4 trimestres adelante.

$(\hat{\pi}_{t+4}^{sub} - \pi_t^M)$  : desviación de la proyección de inflación subyacente con respecto a la meta.

$\hat{y}_t^b$  : brecha de producto.

$\varepsilon_t^{pm}$  : término estocástico que representa choques de política discrecionales.

En modelos semi estructurales como el MoP es común suponer ya sea que la tasa de interés real neutral  $r_t^0$  está fija en un valor estimado mediante métodos econométricos, que su evolución esté ligada a factores estructurales, o que se le asigne una dinámica de convergencia en torno a un valor de equilibrio<sup>12</sup>. En el MoP se aplica este último enfoque en la ecuación (6):

<sup>11</sup> Ver Woodford (2003) para una discusión sobre la optimalidad del suavizamiento en reglas de política.

<sup>12</sup> Ejemplos de modelos con TIRN fija son Danielsson et al (2019) para Islandia, y Benes et al (2016) para India. En el MoP se adopta el enfoque de, entre otros, Carabenciov et al (2008) para los EE. UU., Portillo y Ustyugova

$$r_t^0 = \lambda \bar{r}^0 + (1 - \lambda) r_{t-1}^0 + \varepsilon_t^{r^0} \quad (6)$$

donde la tasa real neutral sigue un proceso AR(1), con  $0 < \lambda < 1$ , y converge a su valor de equilibrio dado por  $\bar{r}^0$ .

La ecuación (7) modela el traslado movimientos en la tasa de política a las tasas de mercado  $R_t$ , donde  $m$  es un margen entre la tasa de mercado y la de política, que se puede interpretar como un premio por plazo, y  $\rho_t$  es un premio por riesgo.

$$R_t = \psi R_{t-1} + (1 - \psi) (R_t^{pm} + m) + \Delta \rho_t + \varepsilon_t^R \quad (7)$$

#### 4.5 Paridad descubierta de tasas de interés

La dinámica del tipo de cambio real viene dada por la paridad descubierta de tasas de interés, una condición de arbitraje internacional de recursos. En términos reales, esta condición se puede expresar de la siguiente forma:

$$q_t \approx E_t(q_{t+1}) + \frac{(r_t^* - r_t) + \rho_t}{4} \quad (8)$$

donde

- $q_t$  : logaritmo del tipo de cambio real.
- $r_t$  : tasa de interés local en términos reales.
- $r_t^*$  : tasa de interés internacional en términos reales.
- $E_t(q_{t+1})$  : tipo de cambio real esperado.
- $\rho_t$  : premio por riesgo.

Las tasas y el premio por riesgo se dividen entre 4 pues están medidas en términos anuales, y el tipo de cambio real se mide de forma que un aumento es una depreciación<sup>13</sup>. La evolución de las expectativas de tipo de cambio real depende de su valor pasado y del valor del tipo de cambio real de equilibrio ( $q_t^e$ )<sup>14</sup>:

$$E_t(q_{t+1}) = \kappa q_{t-1} + (1 - \kappa) q_t^e + \varepsilon_t^q \quad (9)$$

---

(2015) para Uruguay, y Dizioli y Schmittmann (2015) para Vietnam. La estimación de la TIRN para Costa Rica se expone en Muñoz y Tenorio (2007), Muñoz y Rodríguez (2017, 2019).

<sup>13</sup> La expresión (8) se obtiene sustituyendo la definición del tipo de cambio real en la paridad descubierta de tasas y tomando logaritmo natural. En ambos casos el tipo de cambio nominal se mide en unidades de moneda local por unidad de moneda extranjera.

<sup>14</sup> Algunos de los métodos de estimación del tipo de cambio real de equilibrio en Costa Rica se discuten en Barquero y Muñoz (2015).

Además, el premio por riesgo depende de la evolución esperada de la relación de deuda interna del Gobierno Central a PIB:

$$\rho_t = \phi_1 + \phi_2 \rho_{t-1} + \phi_3 \Delta d_{t+i}^e + \varepsilon_t^\rho \quad (10)$$

Si bien las ecuaciones del MoP se estimaron individualmente con información trimestral para el periodo 2000- 2021, la solución para el horizonte de política se resuelve de forma simultánea. En todos los casos, los coeficientes mostraron el signo esperado de acuerdo con la teoría y resultaron estadísticamente significativos.

## 5. Propiedades del MoP

### 5.1 Propiedades de largo plazo.

Las propiedades de largo plazo se obtienen solucionando el modelo para un estado estacionario, esto es, una situación hipotética de la economía donde todo cambio ha cesado. En ese caso, las variables tienden a su valor de equilibrio, con lo que las brechas medidas con respecto a él se cierran, y no hay choques aleatorios. Como indican Muñoz y Tenorio (2008):

*“La identificación de una solución de estado estacionario para un modelo macroeconómico, provee una guía para el análisis de consistencia de diferentes escenarios de política, identificando aquellas políticas que conducen a la economía hacia su equilibrio de largo plazo o por el contrario le inducen a un comportamiento explosivo que le alejan de ese equilibrio”.* (pág. 12)

Así pues, según la ecuación (6), la tasa de interés real neutral tiende a su valor de largo plazo:

$$r_t^0 = \bar{r}^0$$

y según la ecuación (9) la expectativa de tipo de cambio real converge a su valor de equilibrio  $q_t^e$ , que en el largo plazo puede suponerse constante:

$$E_t(q_{t+1}) = q^e$$

Además, al suponer que la relación de deuda interna a PIB se estabiliza en el largo plazo, la ecuación (10) implica que el premio por riesgo país converge a:

$$\rho_t = \rho = \phi_1 / (1 - \phi_2)$$

En una situación de equilibrio puede suponerse que tanto la brecha de producto de los EE.UU. como la brecha de términos de intercambio se han cerrado, y que, además, como se verá más adelante, también se cierra la brecha de tasa de interés real. En ausencia de choques aleatorios, según la ecuación (1) esto implica que la brecha de producto doméstica también se cierra:

$$y_t^b = 0$$

Con la brecha de producto cerrada, la inflación subyacente converge a la expectativa de inflación:

$$\pi_t^{sub} = E_t(\pi_{t+4})$$

Finalmente, si los precios del petróleo y los granos se suponen estables en el largo plazo, según la ecuación (3) la inflación medida por el IPC convergerá a la inflación subyacente, que ya se vio converge a la meta de inflación, que es similar a la inflación de largo plazo de los socios comerciales:

$$\pi_t = \pi_t^{sub} = E_t(\pi_{t+4}) = \pi^M \approx \pi^*$$

## 5.2 Evaluación de la capacidad predictiva del modelo.

Las proyecciones del MoP pueden realizarse ya sea con una respuesta de política aproximada mediante la regla de Taylor (5), o bajo el supuesto de que la tasa de política monetaria que no varía.

Naturalmente, las decisiones efectivas sobre cambios en la tasa de política no necesariamente van a coincidir con la evolución sugerida por la regla de política en el MoP, por varios motivos.

En primer lugar, como ya se ha mencionado, la regla de política monetaria no es una prescripción de acción para las autoridades, sino una guía sobre cómo se reaccionaría ante las condiciones previstas de la economía en función de patrones de comportamiento históricos. Puede haber razones no consideradas en el modelo que hagan inviable implementar la trayectoria sugerida por la regla.

En segundo lugar, la temporalidad de los ajustes en el modelo no necesariamente va a coincidir exactamente con el calendario de ajuste en la tasa de política que anuncia el BCCR: el MoP sugiere valores para la TPM que se interpretan como el promedio trimestral, mientras que el BCCR agenda 8 reuniones de política por año<sup>15</sup>. Finalmente, los cambios en la tasa de política usualmente se realizan en montos discretos mayores o iguales a 0,25 puntos porcentuales, una restricción ausente en el MoP.

Así pues, para evaluar la capacidad predictiva del modelo se debe tomar en cuenta que la evolución de la tasa de política prescrita por el MoP y la trayectoria efectivamente observada podrían diferir, lo que naturalmente va a resultar en respuestas diferentes del resto de variables.

Una forma de tomar en cuenta esta situación es evaluar los pronósticos realizados para períodos en los cuales no hubo cambios en la tasa de política. Así pues, en esta sección

---

<sup>15</sup> Es claro que el Banco Central puede tomar la decisión de ajustar su TPM en cualquier momento, el calendario de reuniones de política monetaria no representa una restricción para ello.

se evalúan pronósticos para inflación medida según la variación del IPC y para inflación subyacente, realizados para los dos períodos más extensos en los cuales no hubo cambios en la tasa de política: de 2011 T2 a 2013 T2 y, de 2020 T2 a 2021 T3, para un total de 15 observaciones.

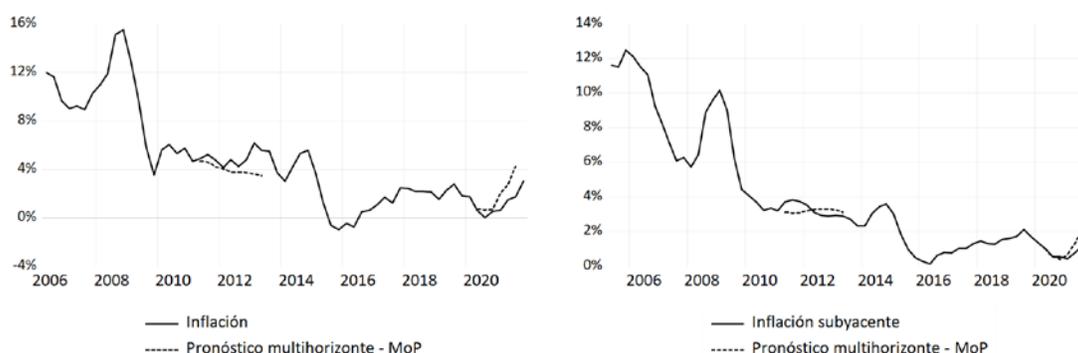
Estos pronósticos se realizan con los datos observados hasta el período inicial de cada segmento, esto es, con datos hasta 2011 T1 para el primer segmento, y con datos hasta 2020 T1 para el segundo segmento. En cada caso se realiza un pronóstico multihorizonte, en el que en un solo ejercicio de pronóstico se obtienen las proyecciones para cada uno de los trimestres del segmento correspondiente. Así, en el primer caso se tienen los pronósticos para 9 trimestres que se obtendrían en 2011 T1, y en el segundo caso, los 6 pronósticos que se obtendrían en un ejercicio de pronóstico realizado en 2020 T1. Esto implica que en el primer segmento se realizan proyecciones con hasta dos años y un trimestre de antelación, y en el segundo, con hasta año y medio de antelación.

El Gráfico 1 presenta los pronósticos obtenidos. Puede apreciarse que en general el MoP captura adecuadamente la dirección de los movimientos de las variables pronosticadas. El Cuadro 1 presenta un resumen de los resultados de una evaluación de los pronósticos del MoP en comparación con los del mejor modelo ARIMA para cada variable. Los resultados son favorables al MoP.

Puede apreciarse que tanto la raíz del error cuadrático medio (RECM) como el error absoluto medio (EAM) son menores para los pronósticos del MoP. Para verificar la significancia estadística de la diferencia en la capacidad de pronóstico medida mediante el error cuadrático, se realizó una prueba de capacidad de pronóstico de Harvey, Leybourne y Newbold (1997) (en adelante prueba HLN), cuya hipótesis nula es que los dos pronósticos considerados tienen la misma precisión, y cuya hipótesis alternativa es que los pronósticos del MoP son más precisos.

Para ambos pronósticos se puede concluir que los del MoP son significativamente más precisos. También se incluye el valor p para una prueba de insesgamiento (Mincer y Zarnowitz, 1969), cuya hipótesis nula de que el pronóstico es insesgado se mantiene para ambos pronósticos del MoP.

**Gráfico 1**  
Pronósticos multihorizonte de inflación (IPC) e inflación subyacente



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 1**  
Evaluación de pronósticos multihorizonte

	RECM	EAM	Valor p <sup>1</sup>	
			HLN	Insesgamiento
<b>Inflación (IPC)</b>				
MoP	0.0127	0.0098	0.0201	0.5183
ARIMA	0.0378	0.0327		0.0000
<b>Inflación subyacente</b>				
MoP	0.0045	0.0037	0.0246	0.7558
ARIMA	0.0302	0.0252		0.0000

<sup>1</sup> La hipótesis nula en la prueba de Harvey, Leybourne y Newbold (HLN) es que ambos pronósticos (MoP y ARIMA) son igualmente precisos, y la alternativa es que los del MoP son más precisos. La hipótesis nula en la prueba de insesgamiento es que los pronósticos son insesgados.

Fuente: elaboración propia.

También es útil realizar una evaluación con series de pronósticos realizados con el mismo horizonte. El Cuadro 2 repite la evaluación que se resumen en el Cuadro 1 para pronósticos hechos a uno, cuatro y ocho trimestres adelante.

Los pronósticos del MoP para inflación subyacente son más precisos que los ARIMA para todos los horizontes, y son insesgados para horizontes de 1 y 4 trimestres. Los pronósticos del MoP para la inflación medida mediante la variación del IPC son insesgados a todos los horizontes y, si bien sus medidas de precisión son menores que las de los ARIMA, de acuerdo con la prueba HLN esta diferencia no es estadísticamente significativa.

**Cuadro 2**  
Evaluación de pronósticos

Horizonte h=1

	RECM	EAM	Valor p <sup>1</sup>	
			HLN	Insegamiento
<b>Inflación (IPC)</b>				
MoP	0.0127	0.0100	0.7646	0.9170
ARIMA	0.0099	0.0079		0.0264
<b>Inflación subyacente</b>				
MoP	0.0050	0.0037	0.0129	0.0041
ARIMA	0.0181	0.0143		0.0000

Horizonte h=4

	RECM	EAM	Valor p <sup>1</sup>	
			HLN	Insegamiento
<b>Inflación (IPC)</b>				
MoP	0.0163	0.0137	0.0519	0.9522
ARIMA	0.0357	0.0310		0.0000
<b>Inflación subyacente</b>				
MoP	0.0128	0.0099	0.0243	0.0986
ARIMA	0.0473	0.0399		0.0000

Horizonte h=8

	RECM	EAM	Valor p <sup>1</sup>	
			HLN	Insegamiento
<b>Inflación (IPC)</b>				
MoP	0.0226	0.0219	0.0556	0.3639
ARIMA	0.0443	0.0393		0.0000
<b>Inflación subyacente</b>				
MoP	0.0171	0.0148	0.0327	0.0007
ARIMA	0.0562	0.0489		0.0000

<sup>1</sup> La hipótesis nula en la prueba de Harvey, Leybourne y Newbold (HLN) es que ambos pronósticos (MoP y ARIMA) son igualmente precisos, y la alternativa es que los del MoP son más precisos. La hipótesis nula en la prueba de insesgamiento es que los pronósticos son insesgados.

Fuente: elaboración propia.

### 5.3 Ejercicios de simulación

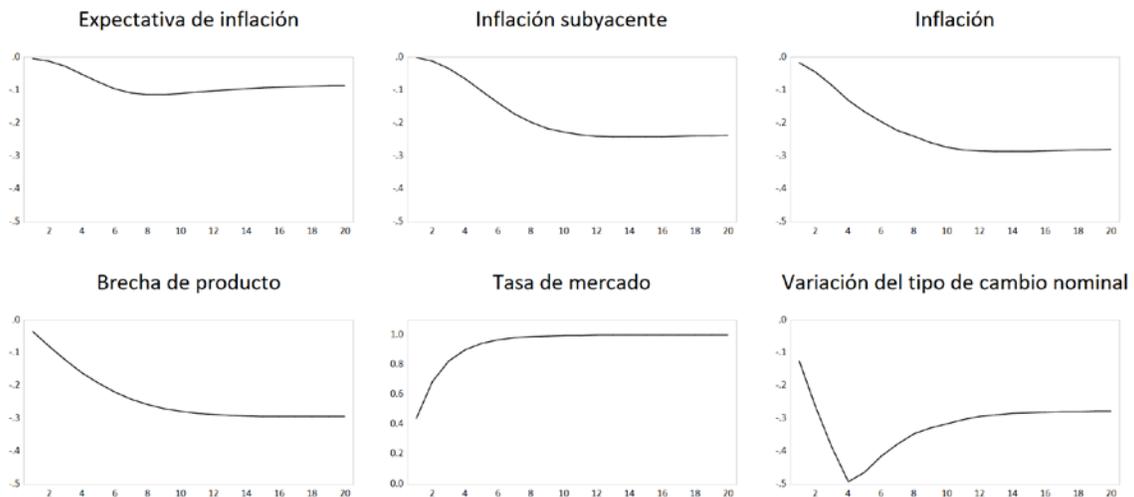
El objetivo de estos ejercicios es ilustrar la respuesta proyectada por el MoP ante algunos choques externos e internos. Los efectos que se presentan para cada variable endógena corresponden a la diferencia en las trayectorias proyectadas por el modelo en un escenario en el que ocurre el choque y un escenario base en el que no ocurre.

#### a- Cambio en tasa de política

Se modela el efecto de un incremento permanente de un punto porcentual en la tasa de política monetaria. Tras 2 trimestres cerca del 70% del choque se ha transmitido a las tasas de mercado, y la transmisión se completa en cerca de 5 trimestres. Dado que inicialmente no hay cambio en inflación, se da un aumento de las tasas de interés reales que reduce la brecha de producto, lo que a su vez presiona a la baja la inflación subyacente.

El aumento inicial en las tasas de mercado también hace que disminuya la variación cambiaria, lo que reduce las expectativas de inflación. Sin ajustes de política adicionales, el efecto final es una disminución de 0,3 p.p. en la brecha de producto, de 0,25 p.p. en la inflación subyacente, y de 0,3 p.p. en la inflación medida por la variación del IPC.

**Gráfico 2**  
**Efectos de un choque de tasa de política**  
*Puntos porcentuales*



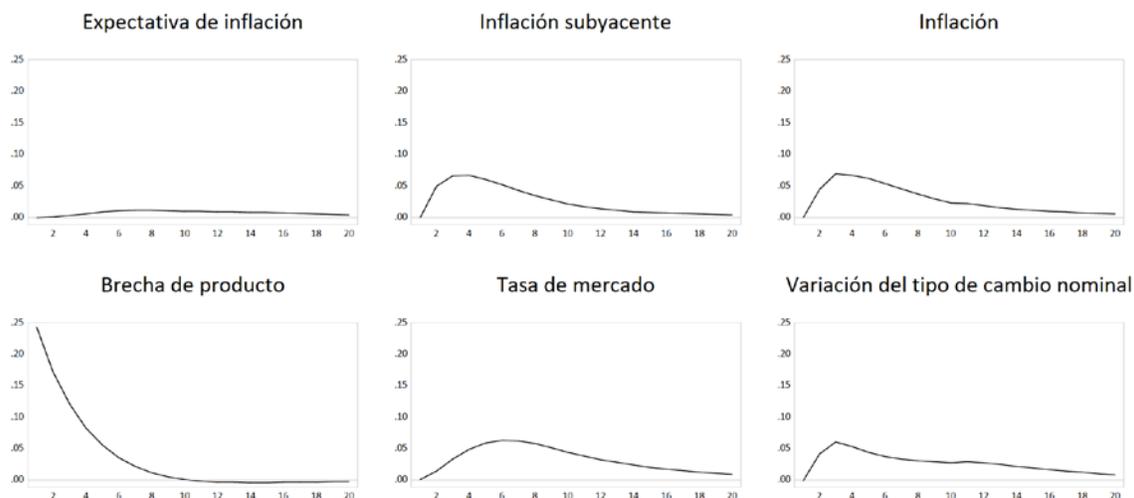
Fuente: elaboración propia.

### *b- Demanda externa*

Este choque se modela como un aumento de un punto porcentual en la brecha de producto de los Estados Unidos, principal socio comercial de Costa Rica. Su efecto inicial es un incremento contemporáneo de cerca de 0,25 p.p. en la brecha de producto doméstica, que a su vez genera presiones al alza en la inflación subyacente y la inflación medida con la variación del IPC.

Ese aumento inicial en la inflación se asocia además con un incremento en la variación cambiara, que se transmiten hacia las expectativas de inflación. Al aumentar la inflación hay una desviación con respecto a la meta, por lo que la respuesta de la regla de política es un incremento gradual en la TPM (y por ende en las restantes tasas de mercado). Dado el principio de Taylor, el aumento en la tasa de interés nominal es mayor al aumento de la inflación, por lo que la tasa de interés real aumenta y contribuye a moderar el efecto del choque sobre la actividad económica y la inflación.

**Gráfico 3**  
**Efectos de un choque de demanda externa**  
*Puntos porcentuales*

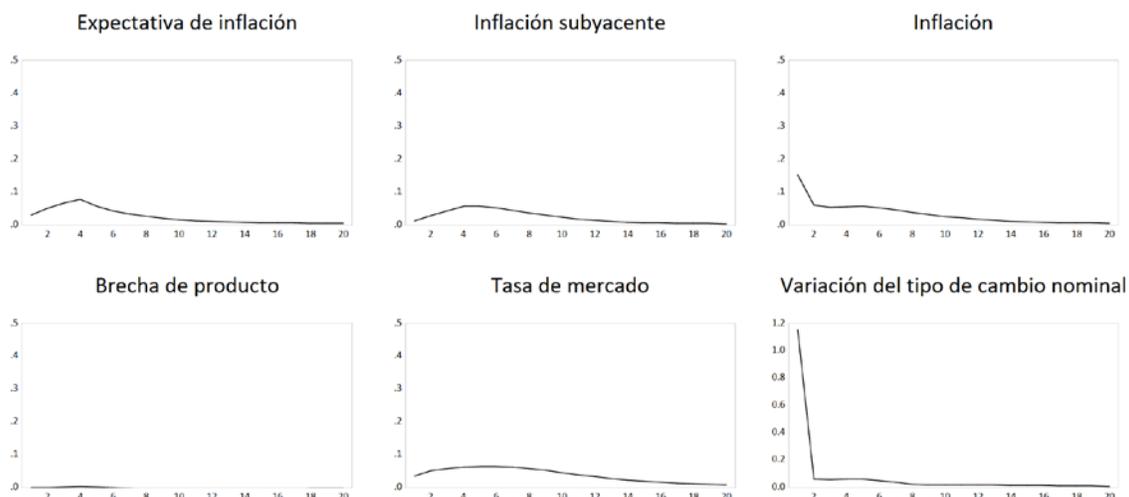


*Fuente: elaboración propia.*

c- *Tipo de cambio nominal*

El primer efecto de un incremento de un punto porcentual en la variación del tipo de cambio nominal (choque cambiario) es un aumento de la inflación medida mediante la variación del IPC, de cerca de 13% del choque inicial, que motiva un incremento en la tasa de política y las de mercado<sup>16</sup>. Dadas las magnitudes de las respuestas de la inflación y de las tasas de interés, el efecto sobre la actividad económica, medida con la brecha de producto, es limitado. El incremento en la variación del tipo de cambio inicialmente genera también un aumento en las expectativas de inflación que persiste durante los siguientes 4 trimestres, durante los cuales se transmite a la inflación subyacente y a la medida por la variación del IPC.

**Gráfico 4**  
**Efectos de un choque de tipo de cambio**  
*Puntos porcentuales*



Fuente: elaboración propia.

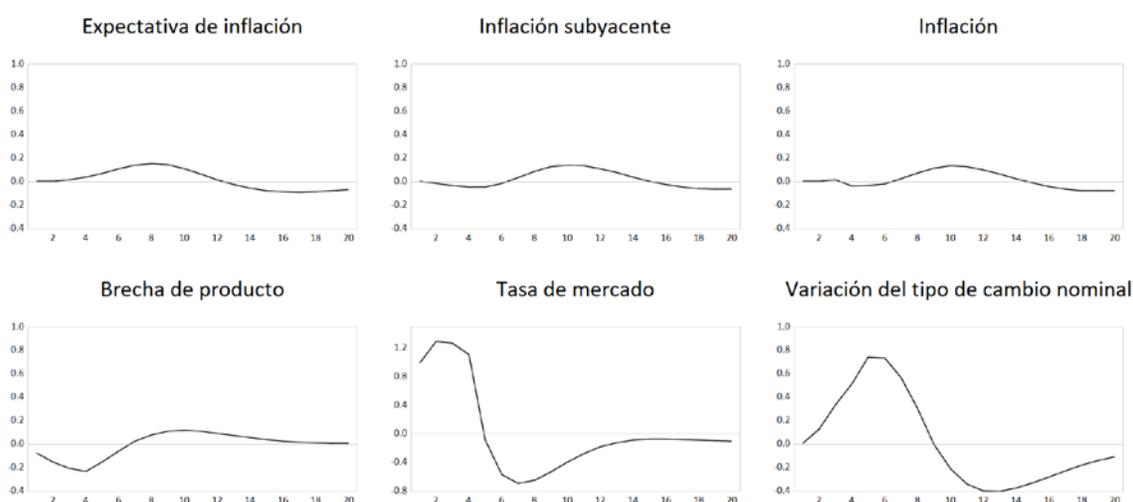
d- *Premio por riesgo.*

Un incremento de un punto porcentual en la prima por riesgo país, que permanece durante 4 trimestres, se traduce en un incremento contemporáneo de igual magnitud en la tasa de mercado. Puesto que la reacción de la inflación no es inmediata, esto resulta en un aumento en la tasa de interés real que desacelera la actividad económica, por lo que la brecha de

<sup>16</sup> El incremento en la tasa de interés resultante a su vez genera un leve incremento adicional en la variación inicial del tipo de cambio.

producto se torna negativa, y presiona transitoriamente la inflación a la baja. De acuerdo con la paridad descubierta de tasas de interés, el aumento en la prima por riesgo incrementa a su vez el tipo de cambio real y con él el tipo de cambio nominal. La mayor variación cambiaria se traslada a inflación por dos vías: directamente vía precio de bienes importados e indirectamente al incidir en las expectativas de inflación. El incremento en la inflación a su vez genera un incremento temporal de la tasa de política. Pasado el choque, el nivel de la tasa de interés de mercado revierte a su nivel anterior.

**Gráfico 5**  
**Efectos de un choque de premio por riesgo**  
*Puntos porcentuales*



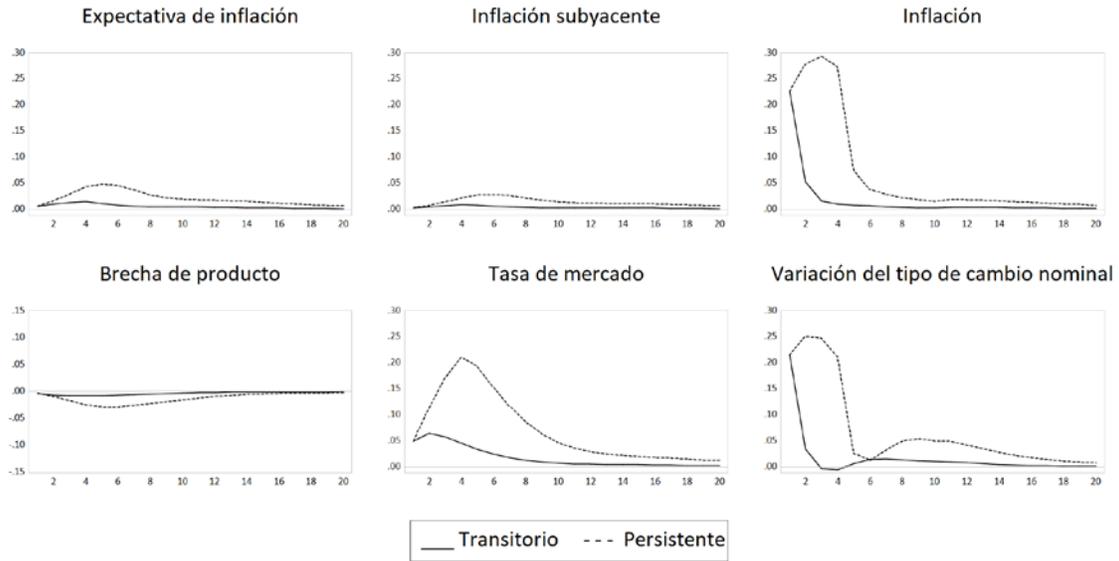
*Fuente: elaboración propia.*

*e- Aumento de precios del petróleo*

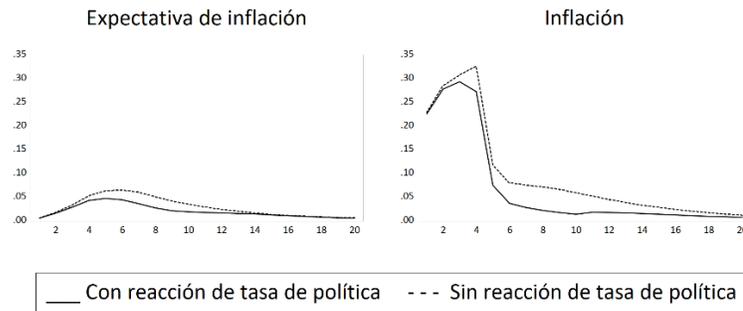
Se simulan dos casos: un aumento temporal (un trimestre) de 10 p.p. en la tasa de variación interanual del precio del petróleo, y uno más persistente, de 10 p.p. durante cada uno de cuatro trimestres. Ante un choque transitorio, la inflación aumenta contemporáneamente 0,23 p.p., lo que produce aumentos en la variación cambiaria, las expectativas de inflación y la inflación subyacente. Esto resulta en una respuesta de política modesta, con efectos limitados sobre actividad económica. Sin embargo, ante un choque de precios más persistente que se transmite con más fuerza a las expectativas de inflación vía tipo de cambio, la respuesta de política debe ser mayor para evitar efectos inflacionarios adicionales. Además, el Gráfico 6, Panel B, ilustra que, si la tasa de política no reaccionara ante el choque más persistente, las expectativas de inflación aumentarían más y durante más tiempo, lo que eventualmente se reflejaría en la inflación medida con la variación del IPC.

**Gráfico 6**  
**Efectos de choques de precios de petróleo**  
*Puntos porcentuales*

**A. Efectos por tipo de choque**



**B. Efectos según reacción de política**



*Fuente: elaboración propia.*

En el Cuadro 4 del anexo se resumen efectos acumulados de algunos de los choques comentarios previamente, sobre las principales variables endógenas del MoP.

## **6. Conclusiones**

La modelación macroeconómica es un proceso continuo. La necesidad de que un modelo capture en todo momento la estructura de la economía de la mejor forma posible obliga a una revisión periódica.

En el caso costarricense, el abandono del régimen de banda cambiaria en el 2015 y la adopción del esquema monetario de meta de inflación en el 2018, son dos eventos que motivaron el estudio y actualización de la estructura del MoP. De acuerdo con las pruebas realizadas, se colige que esta herramienta tiene una buena capacidad de predicción y refleja, en un número reducido de ecuaciones, los principales mecanismos de transmisión de la política monetaria en Costa Rica.

No obstante, existe interés por desarrollar herramientas complementarias que permitan responder preguntas de política pública. Por tanto, se dedicarán esfuerzos para desarrollar, entre otros, un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico.

## 7. Referencias

- Alfaro-Ureña, A., Sánchez-Wong, B., & Tenorio-Chaves, E. (2016). *Migración de la banda cambiaria hacia un régimen de flotación administrada*. Documento de Trabajo N.º 003 2016, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Álvarez-Corrales, C., & León-Murillo, J. (2012). *Inflación de socios comerciales como referencia para la meta de inflación en Costa Rica*. Documentos de Trabajo No. 022/2012: Departamento de Investigación Económica, Banco Central de Costa Rica.
- Banco Central de Costa Rica. (2020). *Informe de Política Monetaria* (Vol. Abril). San José, Costa Rica.
- Barquero-Romero, J. P., & Muñoz-Salas, E. (2015). *Costa Rica: tipo de cambio real y zona de equilibrio (Documento de Trabajo DT-06-2015)*. Departamento de Investigación Económica, Banco Central de Costa Rica.
- Barquero-Romero, J., Loaiza-Marín, K., & Mendoza-Fernández, L. (2021). *Microdata Evidence of Incomplete Monetary Policy Transmission in a non Competitive Banking Sector: the Case of Costa Rica (Documento de Trabajo, N.º 004/2021)*. Departamento de Investigación Económica, Banco Central de Costa Rica.
- Benes, J., Clinton, K., George, A. T., Gupta, P., John, J., Kamenik, O., . . . Zhang, F. (2016). *Quarterly Projection Model for India: Key Elements and Properties*. WPS (DEPR): 08 / 2016. Reserve Bank of India.
- Brenes-Soto, C., & Esquivel-Monge, M. (2018). *Asimetrías en el traspaso del tipo de cambio durante el periodo de flexibilidad cambiaria en Costa Rica*. Documento de Trabajo N.º 006 2017, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Carabenciov, I., Ermolaev, I., Freedman, C., Juillard, M., Kamenik, O., Korshunov, D., & Laxton, D. (2008). *A Small Quarterly Projection Model of the US Economy*. WP/08/278, Fondo Monetario Internacional.
- Chavarría-Mejía, J., & Chaverri-Morales, C. (2015). Pronósticos de inflación mediante técnicas bayesianas. Departamento de Investigación Económica, BCCR, DT-05-2015.
- Danielsson, Á., Eliasson, L., Gudmundsson, M., Haraldsdóttir, S., Kro, L., Pétursson, T., & Sveinsson, T. (2019). *A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy Version 4.0*. Working Paper No. 82. Banco Central de Islandia.
- Dizioli, A., & Schmittmann, J. (2015). *A Macro-Model Approach to Monetary Policy Analysis and Forecasting in VietNam*. WP/15/273, Fondo Monetario Internacional, Washington, DC.
- Fuentes-Fuentes, M., & Rodríguez-Vargas, A. (2016). Pronósticos univariados de inflación para Costa Rica con volatilidad estocástica y efectos GARCH. Departamento de Investigación Económica, BCCR, DT-04-2016.
- Harvey, D., Leybourne, S., & Newbold, P. (1997). Testing the equality of prediction mean squared errors. *International Journal of Forecasting*, 13, 281-291.
- León Murillo, J., Muñoz Salas, E., Rojas Sánchez, M., & Sáenz Castegnaro, M. (2004). Modelo macroeconómico de pequeña escala para Costa Rica. Departamento de Investigación Económica, BCCR, DT-04-2004.

- León-Murillo, J., Muñoz-Salas, E., Saénz-Castegnaro, M., & Rojas-Sánchez, M. (2004). *Modelo macroeconómico de pequeña escala para Costa Rica*. Documento de Trabajo 04-2004. Banco Central de Costa Rica, Departamento Investigación Económica.
- Mincer, J., & Zarnowitz, V. (1969). The Evaluation of Economic Forecasts. En J. Mincer, *Economic Forecasts and Expectations: Analyses of Forecasting Behavior (NBER Studies in Business Cycles, Vol. 19)*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Muñoz-Salas, E. (2018). *Adopción del esquema de meta de inflación en Costa Rica*. Nota Técnica N.º 001 2018, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Muñoz-Salas, E., & Rodríguez-Vargas, A. (2017). *Estimación de la tasa de interés real neutral para Costa Rica 2009-2015*. Documento de Trabajo N.º 005 2016, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Muñoz-Salas, E., & Rodríguez-Vargas, A. (2019). *Política monetaria en Costa Rica: una evaluación a partir de la tasa de interés real neutral 2009-2018*. Documentos de Trabajo N.º 004 2019, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Muñoz-Salas, E., & Tenorio-Chaves, E. (2007). *Estimación de la tasa de interés real neutral para la economía costarricense (1991-2006)*. Documento de Trabajo N.º 004 2007, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Muñoz-Salas, E., & Tenorio-Chaves, E. (2008). *El modelo macroeconómico de proyección trimestral del Banco Central de Costa Rica en la transición a la flexibilidad del tipo de cambio*. Documento de Trabajo 08-2008. Banco Central de Costa Rica, Departamento Investigación Económica.
- Portillo, R., & Ustyugova, Y. (2015). *A Model for Monetary Policy Analysis in Uruguay*. WP/15/170, Fondo Monetario Internacional, Washington, DC.
- Rodríguez Vargas, A. (2022). *Estimación del producto potencial para Costa Rica. 1995-2021*. Departamento de Investigación Económica, BCCR, NT-03-2022.
- Rodríguez-Vargas, A. (2020). *Forecasting Costa Rican Inflation with Machine Learning Methods*. Departamento de Investigación Económica, BCCR, DT-02-2020.
- Segura-Rodríguez, C., & Vindas-Quesada, A. (2012). *Estimación de la tasa de interés real neutral y la tasa natural de desempleo para la economía costarricense*. Documento de Investigación DI-07-2012, Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica.
- Woodford, M. (2003). *Interest and Prices. Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton: Princeton University Press.

## 8. Anexos

### Cuadro 3

#### Datos utilizados para implementación del MoP

*Todas las variables en frecuencia trimestral*

	Descripción	Fuente
<b>Exógenas</b>		
Brecha de producto de los EE.UU	Calculada a partir de las series de PIB real de los EEUU, trimestral, con ajuste estacional (GDPC1) y de producto potencial (GDPPOT)	Federal Reserve Economic Data (FRED)
Brecha de términos de intercambio	Calculada a partir de la serie trimestral de términos de intercambio	BCCR
Variación en el precio del petróleo	Variación interanual del precio del petróleo West Texas Intermediate	Bloomberg
Variación en el precio de granos	Variación interanual del índice de granos de la Pink Sheet del Banco Mundial	Banco Mundial
Meta de inflación	Meta de inflación anunciada por el BCCR	BCCR
Inflación de socios comerciales	Indicador de Inflación de Socios Comerciales (variación interanual)	BCCR
Razón de deuda interna a PIB		Ministerio de Hacienda
Tipo de cambio real de equilibrio	Estimación del BCCR	BCCR
Tasa de interés real externa	Calculada a partir de la tasa de interés de los bonos del Tesoro de los EEUU a 6 meses y el indicador de inflación de socios comerciales	FRED y BCCR
<b>Endógenas</b>		
Brecha de producto	Estimación del BCCR	BCCR
Brecha de tasa de interés real	Estimación del BCCR	BCCR
Inflación subyacente	Promedio trimestral de indicadores de inflación subyacente	BCCR
Expectativas de inflación a 12 meses	Encuesta de expectativas de inflación y tipo de cambio	BCCR
Variación del tipo de cambio nominal	Variación interanual del tipo de cambio promedio en MONEX	BCCR
Tasa de política monetaria	Promedio trimestral de la Tasa de Política Monetaria	BCCR
Tasa de interés de mercado	Promedio trimestral de la Tasa de Básica Pasiva	BCCR
Tasa de interés real neutral	Estimación del BCCR	BCCR
Premio por riesgo país	EMBI CR	Bloomberg

**Cuadro 4**  
Efecto acumulado de choques sobre algunas variables  
*Puntos porcentuales*

A. Con reacción de tasa de política

Efecto sobre:	Choque														
	Tasa de política monetaria			Demanda externa			Tipo de cambio nominal			Premio por riesgo			Precios de petróleo		
	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim
Tasa de interés de mercado	0.44	0.90	0.99	0.00	0.05	0.06	0.03	0.06	0.06	1.00	1.12	-0.65	0.05	0.05	0.01
Brecha de producto	-0.03	-0.16	-0.26	0.24	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.23	0.08	0.00	-0.01	0.00
Expectativa de inflación	0.00	-0.05	-0.11	0.00	0.01	0.01	0.03	0.08	0.03	0.00	0.04	0.15	0.01	0.01	0.00
Inflación subyacente	0.00	-0.07	-0.20	0.00	0.07	0.04	0.01	0.06	0.04	0.00	-0.05	0.09	0.00	0.01	0.00
Inflación medida por IPC	-0.02	-0.13	-0.24	0.00	0.07	0.04	0.15	0.06	0.04	0.00	-0.04	0.07	0.23	0.01	0.00
Variación del tipo de cambio nominal	-0.12	-0.49	-0.35	0.00	0.05	0.03	1.15	0.06	0.02	0.01	0.52	0.30	0.22	-0.01	0.01

B. Sin reacción de tasa de política

Efecto sobre:	Choque											
	Demanda externa			Tipo de cambio nominal			Premio por riesgo			Precios de petróleo		
	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim	Inicial	4 trim	8 trim
Tasa de interés de mercado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.13	-0.67	0.00	0.00	0.00
Brecha de producto	0.24	0.09	0.03	0.00	0.01	0.01	-0.08	-0.23	0.08	0.00	0.00	0.00
Expectativa de inflación	0.00	0.01	0.02	0.03	0.08	0.04	0.00	0.04	0.18	0.01	0.02	0.01
Inflación subyacente	0.00	0.07	0.05	0.01	0.06	0.05	0.00	-0.05	0.10	0.00	0.01	0.01
Inflación medida por IPC	0.00	0.08	0.06	0.15	0.07	0.06	0.00	0.04	0.16	0.23	0.02	0.02
Variación del tipo de cambio nominal	0.00	0.08	0.06	1.16	0.10	0.05	0.00	0.58	0.40	0.23	0.03	0.01

*Nota:* los choques se definen como un aumento, durante 1 trimestre, de 1 p.p. en brecha de producto de EE.UU., variación del tipo de cambio nominal y premio por riesgo, y de 10 p.p. en el precio del petróleo.

*Fuente:* elaboración propia

**Cuadro 5. Parámetros de las principales ecuaciones**

Ecuación	Parámetro	Coefficiente	Variable
(1)	Demanda agregada		
	$\alpha_1$	0,714447	Inercia
	$\alpha_2$	0,242778	Producción EE.UU.
	$\alpha_3$	0,065321	Términos de intercambio
	$\alpha_4$	-0,082624	Tasa de interés real
(2)	Inflación subyacente		
	$\beta_1$	0,600000	Persistencia
	$(1-\beta_1)$	0,40000	Expectativas de inflación
	$\beta_2$	0,203512	Brecha del producto
(3)	Inflación IPC		
	$\gamma_2$	0,01974	Precios del petróleo
	$\gamma_3$	0,01288	Precio de granos
	$\gamma_4$	0,12402	Si variación cambiaria $> 0$
	$\gamma_4$	0,00000	Si variación cambiaria $\leq 0$
(4)	Expectativas de inflación		
	$\delta_1$	0,67495	Inercia
	$(1-\delta_1)*\delta_2$	0,24379	Meta
	$(1-\delta_1)*\delta_3$	0,08126	Inflación de socios
	$\delta_4$	0,09017	Variación cambiaria esperada
	$\delta_5$	-0,18112	Variación en TPM
(5)	Regla de política monetaria		
	$\theta_1$	0,70000	Parámetro de suavizamiento
	$\theta_2$	0,50000	Desvíos inflación proyectada
	$\theta_3$	0,50000	Brecha del producto
(6)	Dinámica de la TIRN		
	$r_0$	1,00000	Tasa de interés real neutral
	$\lambda$	0,91308	Parámetro AR(1)
(7)	Tasa de interés moneda nacional		
	$\psi$	0,55913	Inercia
	$(1-\psi)$	0,44087	TPM
	$\eta$	0,03398	Margen
(10)	Prima por riesgo		
	$\phi_1$	0,00780	Constante
	$\phi_2$	0,74332	Inercia
	$\phi_3$	0,28379	$\Delta$ deuda interna gobierno central

Fuente: Elaboración propia.