INSTITUTO DE ECONOMÍA

TESIS de MAGÍSTER

2018

¿Por qué los bancos centrales cambian sus metas de inflación?

Martin Carrasco Novoa

¿Por qué los bancos centrales cambian sus metas de inflación?

Martin Carrasco Novoa*

July 17, 2018

Abstract

Los bancos centrales bajo metas de inflación cambian sus metas de inflación. El sentido y la trayectoria de los cambios es particular a cada economía. Los bancos centrales bajo el régimen de MI también tienen como principal instrumento la TPM (en tiempos normales). Sin embargo, 26 países de los 38 países bajo metas de inflación han cambiado al menos una vez su meta de inflación. Existen cuatro categorías de países bajo MI de acuerdo a sus cambios en la meta: (a) los países que nunca han cambiado su meta de inflación; (b) los países que una o dos veces han cambiado su meta estacionaria; (c) los países que en forma monotónica o casi monotónica reducen sus metas hasta alcanzar un valor estacionario; y (d) los países que cambian sus metas, frecuentemente porque enfrentan desviaciones inflacionarias significativas. En dos de los cuatro casos descritos, los bancos centrales que cambian sus metas utilizan la meta como una segunda variable de decisión de política monetaria, es decir, como un pseudo instrumento de política monetaria, además de la TPM. Denominamos a la meta de inflación como un pseudo instrumento debido a que los efectos en los cambios de la meta de inflación son únicamente a través de un cambio en la trayectoria de la TPM. Esta situación no ha sido explorada teóricamente. No existe un estudio previo que haya modelado el problema de un banco central que simultáneamente decida su TPM y la meta de inflación. Este trabajo modela este problema.

*mdcarrasco@uc.cl, Facultad de Ciencias Econmicas y Administrativas, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Contents

I Motivación **3**

II Revisión de literatura **5**

III El modelo **10**

A Rezagos de política monetaria . . . 11
B La función de pérdida . . . 12
C La función de valor . . . 13
D Solución del modelo . . . 15
E Función de pérdida con costos asimétricos no lineales . . . 18

IV Estrategia empírica **21**

A Metodología . . . 21
B Datos . . . 24

V Resultados **28**

A Determinantes de la meta de inflación . . . 28
B Interacción entre la TPM y la meta de inflación . . . 31
C Probabilidad de cambiar las metas de inflación . . . 35

VI Discusión **37**

VII Conclusión **38**

VIII Anexos **46**

A Figuras y tablas . . . 46
B Tipología de cambiadores . . . 58
B.1 Elementos de la meta de inflación . . . 58
B.2 El valor de la meta de inflación . . . 58
B.3 El horizonte de la meta de inflación . . . 59
B.4 La medida de inflación asociada a la meta . . . 60
B.5 Tipología de cambiadores de metas de inflación . . . 60
C Derivaciones y resultados . . . 65

I Motivación

La mayoría de los bancos centrales bajo el régimen de metas de inflación (MI) han cambiado su meta de inflación. El sentido y la trayectoria de los cambios es particular a cada banco central. Este trabajo estudia los cambios en las metas de inflación.

El régimen de MI se focaliza en la estabilidad de precios como su principal objetivo reflejado en un objetivo numérico explícito para la inflación perseguido por la autoridad monetaria, dotada de independencia operacional y de instrumento (Kamber et al. 2015). De esta manera, es de particular interés de política económica para los países bajo MI analizar los determinantes de los cambios en las metas de inflación.

Típicamente, los bancos centrales del mundo (con o sin MI como ancla nominal) utilizan la tasa de política monetaria (TPM) como su principal instrumento de política en tiempos normales. En tiempos anormales, cuando su TPM llega a valores cercanos a cero, los bancos centrales han utilizado instrumentos no convencionales (uso de agregados monetarios y *forward guidance*). Los bancos centrales bajo el régimen de MI también tienen como principal instrumento la TPM (en tiempos normales). Sin embargo, 26 países de los 38 países bajo metas de inflación han cambiado al menos una vez su meta de inflación.

Existen cuatro categorías de países acuerdo a sus cambios en la meta de inflación: (a) los países que nunca han cambiado su meta de inflación (Canadá, Japón, entre otros); (b) los países que una o dos veces han cambiado su meta estacionaria (Perú de 3% a 2% a comienzos de los 2000; Nueva Zelanda a comienzos de los 1990, entre otros); (c) los países que en forma monotónica o casi monotónica reducen sus metas (típicamente anuales) hasta alcanzar un valor estacionario (Chile durante 1991-2001, Rusia durante 2006-2014, Filipinas durante 2002-2015, México durante 2001-2003, entre otros); y (d) los países que cambian sus metas, frecuentemente porque enfrentan desviaciones inflacionarias significativas (Ghana durante 2011-2015, Brasil durante 2001-2005, Turquía durante 2009-2012, Hungría durante 2004-2006, entre otros).[1].

En los últimos dos de los cuatro casos descritos, los bancos centrales que cambian sus metas utilizan la meta como una segunda variable de decisión de política monetaria, es decir, como un pseudo instrumento de política monetaria, además de la TPM. Denominamos a la meta de inflación como un pseudo instrumento debido a que los efectos en los cambios de la meta de inflación son únicamente a través de cambios en la trayectoria de la TPM.

Los países en la categoría (c) deciden conjuntamente la trayectoria de sus TPM y la trayectoria de sus metas. Al hacerlo, deben decidir entre una trayectoria más contractiva, con reducciones más grandes y más

[1] En el apendice se muestran en detalle las cuatro categorías (ver figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13; tablas 12, 13, 14 y 11)

rápidas de sus metas anuales de inflación, acompañadas, de niveles de TPM más elevados, o una trayectoria más expansiva, con reducciones más pequeñas y menos veloces de sus metas anuales, apoyadas en niveles de TPM más bajos. De esta manera, han utilizado la meta de inflación como un pseudo instrumento para converger su meta hacia su nivel estacionario.

Los países en la categoría (d) enfrentan un dilema similar entre opciones más contractivas o expansivas. Estos países deben reaccionar frente a una desviación significativa (grande y/o persistente) de la inflación respecto de la meta. En el caso típico de una desviación significativa positiva - típicamente acompañada también de un desvío significativo de las expectativas de inflación respecto de la meta - los bancos centrales con un nivel de meta de inflación estacionaria sostenida y baja no utilizan la meta de inflación. Otros bancos centrales, típicamente aquellos con un nivel de meta de inflación no estacionaria, enfrentan la opción de utilizar, como complemento a la TPM, la meta de inflación. Es decir, estos bancos centrales enfrentan dos opciones: aumentar la tasa de política monetaria (es decir, adoptar una política monetaria restrictiva) y/o aumentar la meta de inflación (que constituye una política monetaria acomodativa respecto de las expectativas de inflación).

Esta situación no ha sido explorada teóricamente. No existe un estudio previo que haya modelado el problema de un banco central que simultáneamente decida la TPM y la meta de inflación. Este trabajo modela este problema.

Para abordar esta pregunta, existen tres enfoques usados por la literatura: (i) un análisis empírico sin fundamento de un modelo teórico, típicamente a través de vectores autorregresivos (VAR), (ii) un modelo de equilibrio general estocástico (DSGE) micro-fundado en línea al trabajo de Coibion et al. (2012), y (iii) un modelo teórico que resuelva el problema de optimización dinámico de un banco central bajo una función de pérdida dada en línea a los trabajos de Svensson (1997a, 1997b) y Woodford (2003a).

La desventaja de utilizar un VAR es que no presenta sustento teórico de las ecuaciones a estimar (Stock y Watson, 2001). Por otro lado, si bien un DSGE tiene una mayor descripción micro-fundada de la economía, no existe forma analítica para la solución en el caso de un único instrumento de política monetaria ni para el caso de dos instrumentos de política monetaria. De esta manera, este trabajo sigue en la línea a los trabajos de Svensson (1997a, 1997b) y Woodford (2003a) para el caso de un banco central que resuelve su problema de optimización intertemporal bajo una función de pérdida con objetivos múltiples.

El modelo utilizado es un modelo dinámico para un banco central dotado de un instrumento, la TPM, y un pseudo instrumento, la meta de inflación. En línea a Svensson (1997b)[2], el banco central no controla

[2]Una estructura similar es utilizada en Lansing y Trehan (2003), Medina y Valdés (2002a y 2002b)

perfectamente la inflación, lo cual se expresa a través de rezagos en los efectos de la política monetaria y la incorporación de términos estocásticos. Para esto, el modelo incorpora cuatro ecuaciones , una curva de Phillips tradicional que relaciona la inflación con el producto, una ecuación que describe la demanda (curva IS) y que relaciona negativamente la tasa de política monetaria con el producto, y dos ecuaciones que describen la evolución de elementos exógenos de demanda y de oferta.

Este modelo extiende los modelos previos en los siguientes dos aspectos: (i) la meta de inflación es endógena, permitiendo al banco central la opción de cambiar su meta de inflación en el tiempo, y (ii) encuentra la solución en forma cerrada para ambos a pesar de utilizar una función de pérdida extendida a múltiples objetivos.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 describe la literatura previa respecto a el régimen de MI, la elección óptima de las metas de inflación, los instrumentos de política monetaria y aspectos centrales del modelo. La sección 3 presenta, describe y soluciona el modelo teórico focalizado en la elección óptima de ambos instrumentos de política monetaria. La sección 4 presenta y realiza un ejercio empírico para capturar los principales resultados del modelo. La sección 5 muestra los resultados. La sección 6 discute un aspecto discutible del modelo, el cual tiene relación con el ambiente de agente-principal que puede estár presente a la hora de modelar este problema. La sección 7 concluye.

II Revisión de literatura

El régimen de MI nació en 1989 en el Banco de la Reserva de Nueva Zelanda. Desde entonces ha sido implementado por economías avanzadas y, en particular, por economías en vías de desarrollo (figura 1). En diciembre de 2017, 38 bancos centrales han adoptado MI (figura 2).[3]

El régimen de MI, es un régimen de política monetaria focalizado en la estabilidad de precios como el principal objetivo de la autoridad monetaria. Esto se refleja en un objetivo explícito y numérico para la inflación, el cual es perseguido por la autoridad monetaria dotada de independencia operacional y de instrumento. Los cuatro atributos principales de MI se resumen en: independencia de política, un objetivo explícito de la inflación, transparencia y rendición de cuentas (Kamber et al. 2015, Carrasco y Schmidt-Hebbel, 2016).

El régimen de MI es diferente a los demás regímenes monetarios, en particular de aquellos cuyas anclas nominales son el crecimiento del dinero o el tipo de cambio, en tres aspectos. En primer lugar, bajo

[3] De acuerdo a la clasificación de facto del Fondo Monetario Internacional: IMF. 2017. Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions, 2017.

MI el objetivo es una medida de inflación. En segundo lugar, debido a la imperfecta controlabilidad de la inflación, requiere mayores grados de independencia, transparencia y rendición de cuentas de política monetaria. En tercer lugar, debido al rol de las expectativas de inflación en la trayectoria de inflación, bajo MI los bancos centrales se focalizan con mayor agresividad en las distintas medidas de expectativas de inflación (Hammond, 2012, Carrasco y Schmidt-Hebbel, 2016).

A pesar de que el principal objetivo de la autoridad monetaria es la estabilidad de precios, este no es su único objetivo. Para mantener estabilidad de precios, la autoridad se preocupa, entre otros, de la volatilidad del producto y la estabilidad financiera. De esta manera, la conducción de la política se focaliza en alcanzar el objetivo de inflación en el mediano plazo - con un horizonte de política explícito - y no en el corto plazo (Tabla 1, columna 12).

Respecto a la literatura de MI, existen dos aspectos interesantes para el desarrollo de este trabajo. En primer lugar, la literatura se ha centrado principalmente en la evidencia de MI en el desempeño macroeconómico y en la manera de hacer política monetaria. En particular, en el nivel y volatilidad de la inflación (Lin y Ye, 2008; Capistrán y Ramos-Francia, 2010; Bleich et al., 2012) y en la efectividad de la política monetaria (Mishkin y Schmidt-Hebbel, 2007). En segundo lugar, no existe literatura, teórica o empírica, acerca de los determinantes de los cambios de la meta de inflación.

La mayoría de los bancos centrales bajo MI ajustan su política monetaria para alcanzar su meta de inflación. Sin embargo, la elección de la meta no es clara. Existe literatura basada en modelos DSGE que han estudiado el nivel óptimo para la meta de inflación de largo plazo (meta estacionaria). Estos estudios concluyen que la tasa de inflación óptima debe ser menor al 2%. Sin embargo, los modelos DSGE se basan en una serie de supuestos discutibles, y han estado bajo intensa crítica después de la crisis de 2007 (Lindé, 2018; Vines y Wills, 2018).

La teoría económica, basada en literatura antigua, exige una meta de inflación de largo plazo coherente con la regla de Friedman de una tasa de interés nominal cero, lo cual es comúnmente conocido como la regla k% de Friedman (Friedman y Schwartz, 1960). Modelos recientes han utilizado herramientas de programación dinámica para resolver el valor óptimo de un único instrumento de política monetaria, la TPM. El estudio que más se asemeja a este trabajo, en busca de encontrar la meta de inflación óptima, es Svensson (1997a). El trabajo de Svensson (1997a) resuelve la elección óptima de la meta de inflación para eliminar el sesgo discrecional de la política monetaria. Sin embargo, asume que la autoridad monetaria tiene perfecto control de la inflación, que solamente puede cambiar una única vez la meta de inflación y no incorpora la meta de inflación como una segunda variable de decisión en el tiempo. Todos estos aspectos, son relevantes para modelar la elección de la meta de inflación óptima los cuales son considerados en el modelo de este trabajo.

Respecto a los instrumentos de política monetaria, los bancos centrales del mundo (con o sin MI como ancla nominal) utilizan la TPM como su instrumento de política en tiempos normales (Taylor, 1993; Taylor, 1999; Woodford, 2003a; Fontana, 2011). En tiempos anormales, cuando su TPM llega a valores cercanos a cero, muchos bancos centrales han utilizado otros instrumentos complementarios, como la base monetaria. Los bancos centrales bajo el régimen de MI también tienen como principal instrumento, en tiempos normales, la tasa de política monetaria.

Existe una vasta literatura sobre la elección óptima del instrumento principal de política monetaria, la TPM. Estos modelos utilizan principalmente dos enfoques. En primer lugar, modelos dinámicos con rezagos de política monetaria, en donde el banco central minimiza una función de pérdida dada a través de la elección de su TPM (Svensson 1997b; Woodford 2001; Woodford, 2003a). Estos modelos son tractables y permiten encontrar una solución de forma cerrada para el instrumento óptimo. En segundo lugar, otra linea de investigación desarrolla modelos DSGE y realizan una estimación bayeasiana de estos (Smets y Wouters, 2003; Christiano et al., 2005; Coibion et al, 2012, Lindé, 2018). Sin embargo, estos modelos no encuentran una solución de forma cerrada para el instrumento óptimo de política monetaria.

Sin embargo, no existe literatura que incorpore la elección óptima de un banco central con dos instrumentos, la TPM y la meta de inflación. Para abordar esta pregunta económica, existen tres enfoques: (i) un análisis empírico sin fundamento de un modelo teórico, típicamente a través de vectores autorregresivos, (ii) un modelo DSGE micro-fundado (Coibion et al., 2012), y (iii) un modelo teórico que resuelva el problema de optimización de un banco central bajo una función de pérdida (Svensson, 1997a, Svensson, 1997b, Woodford, 2003a).

La desventaja de utilizar un VAR es que no presenta sustento teórico de las ecuaciones a estimar (Stock y Watson, 2001). Por otro lado, si bien un DSGE tiene una mayor descripción micro-fundada de la economía, no existe forma analítica para la solución en el caso de un único instrumento de política monetaria y, mucho menos, para el caso de dos instrumentos de política monetaria. De esta manera, este trabajo sigue la línea de los trabajos de Svensson (1997a, 1997b) y Woodford (2003a) para el caso de un banco central que resuelve su problema de optimización intertemporal, bajo una función de pérdida dada con objetivos múltiples, a través de su TPM y su meta de inflación.

Respecto de estos modelos, es relevante considerar la literatura de los siguientes aspectos: (i) la función de pérdida, (ii) la controlabilidad de la inflación y (iii) las variables de control.

En primer lugar, la función de pérdida de un banco central no es observable. Debido a esto, los estudios que asumen una función de pérdida y justifican los determinantes de esta. En la tabla (1) se muestran los determinantes utilizados en la función de pérdida del banco central de 20 estudios.

El primer aspecto notable de la tabla (1) es que la funciones de pérdida se utilizan en modelos teóricos, en línea a Svensson (1997a, 1997b), y en modelos DSGE. La gran diferencia entre ambos es la manera de solucionar estos modelos. Los modelos teóricos, típicamente, arrojan soluciones explícitas de forma cerrada, mientras que los modelos DSGE se solucionan numéricamente y no existe una solución en forma cerrada.

Un segundo aspecto, es el hecho de que todos los estudios de la tabla (1) incorporan desvíos cuadráticos de la inflación respecto de una meta y desvíos cuadráticos del producto respecto de su nivel de largo plazo (Tabla 1, columnas 3 y 4). En este trabajo, tambien se consideran ambos términos. La interpretación de un régimen de MI que involucra ambos términos está soportado en distintos factores: (1) 30 de 38 países bajo MI tiene bandas de tolerancia explícitas respecto de la meta,indicando que cierta variabilidad en torno a la meta es aceptable; (2) ningún banco central bajo MI actúa para alcanzar la meta a cualquier costo, independiente de las consecuencias de producto o empleo (Leiderman y Svensson, 1995; Carrasco y Schmidt-Hebbel, 2016).

Un tercer aspecto es que, para capturar la tendencia de los banqueros centrales de suavizar la trayectoria de la TPM, la mitad de los estudios incorporan un término que castiga la variabilidad de la TPM (Tabla 1, columna 5). No todos los estudios que utilizan instrumentos de política monetaria, la TPM, consideran este término. La razón de esto, se debe a que la incorporación de este término aumenta la dimensión de la función de valor del problema dinámico, haciendo menos tractable el problema.

Un cuarto aspecto es el hecho de que los estudios tienen como variable de control la inflación (asumiendo perfecta controlabilidad de la inflación) o la TPM. Ambas variables de decisión tienen modelos con distintas estructuras (Tabla 1, columna 7). Los modelos que utilizan la TPM, como variable de control, tienen estructuras con rezagos de los efectos de la política monetaria. En este trabajo, dado el hecho de que existen rezagos en los efectos de la política monetaria, se considera como variable de control la TPM.

Un quinto aspecto, es el hecho de que los estudios de la tabla 1, consideran un banco central con a lo más un único instrumento, la TPM. No existe ningún trabajo que considere dos instrumentos, la TPM y

Table 1: Determinantes de la función de pérdida, 20 estudios

Trabajo	**Modelo**	$(\pi_t - \pi_t^T)^2$	$(y_t - y^*)^2$	$(i_t - i^*)^2$	$(\pi_t - \pi_t^T)$	i_t **o** π_t^T	$k\triangle_{\pi^T}$
Barro y Gordon (1983)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Svensson (1997a)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Svensson (1997b)	Teórico	✓	✓	×	×	i_t	×
Svensson (1998)	DSGE	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Rudebusch et al. (1999)	DSGE	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Woodford (2001)	Teórico	✓	✓	✓	×	i_t	×
Surico (2002)	Teórico	✓	✓	✓	✓	i_t	×
Medina y Valdés (2002a)	Teórico	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Medina y Valdés (2002b)	Teórico	✓	✓	×	×	i_t	×
Lansing y Trehan (2003)	Teórico	✓	✓	×	×	i_t	×
Woodford (2003b)	DSGE	✓	✓	✓	×	i_t	×
Nobay y Peel (2003)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Ruge-Murcia (2003)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Svensson (2003)	Teórico	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Svensson (2000)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Svensson et al. (2008)	DSGE	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Yuan y Miller (2009)	Teórico	✓	✓	×	×	×	×
Adolfson et al. (2014)	DSGE	✓	✓	✓*	×	i_t	×
Li y Spencer (2016)	DSGE	✓	✓	×	i_t	×	×
Segal (2017)	DSGE	✓	✓	✓	×	i_t	×

Nota: el simbolo ✓ significa que el modelo incorpora dicho determinante y × significa que no incorpora dicho determinante. La columna 2 clasifica según modelos teóricos en línea a Svensson (1997b) y Woodford (2003a) y modelos DSGE. El determinante de la columna 3 son los desvíos cuadráticos de la inflación respecto de la meta, la columna 4 los desvíos cuadráticos de la brecha de producto, la columna 5 captura los objetivos de suavización de la tasa de política monetaria (aquellos con asterísco son estudios que incorporan $(i_t - i_{t-1})^2$), la columna 6 son los desvíos lineales (ya sea del producto o de la inflación), la columna 7 muestra aquellos que tienen alguno de esos dos instrumentos de política monetaria y la columna 8 considera los costos de ajuste de cambiar la meta de inflación.

la meta de inflación, o que considere a la meta de inflación como una variable de decisión de política monetaria. Este trabajo es el primer trabajo en considerar esto. Debido a esto, no existen funciones de pérdida que consideren costos, ya sea lineal o cuadrático, de cambiar la meta de inflación (Tabla 1, columna 8). Debido a que el modelo extiende los modelos previos endogeneizando la meta de inflación, se incluye un término que captura los costos de ajustes (por ejemplo, costos de credibilidad, Ferreira y de Guimaraes, 2009; Blinder, 2000) de la meta de inflación.

Por último, la mayoría de los estudios no consideran desvíos lineales, ya sea del producto de la inflación, respecto de los niveles objetivos (Tabla 1, columna 6). La razón de esto, se debe a que la literatura antigua (Kydland y Prescott, 1989) consideraba relevante incorporar estos términos para banqueros centrales tradicionales. La literatura moderna, no considera relevante incorporar dichos términos. Este trabajo, tampoco considera los desvíos lineales.

Un hecho del mundo real respecto de la política monetaria, es la existencia de los rezagos en los efectos de la política monetaria. Estos van, en promedio, entre 5 a 8 trimestres (Friedman, 1960; Goodhart, 2001; Duncan, 2010; Rusnak, 2012). Estos rezagos se deben a que los bancos centrales no controlan perfectamente la inflación. Por ello, es relevante considerar el control imperfecto de la autoridad monetaria en la inflación, a diferencia de modelos de Svensson (1997a) y Woodford (2003a) donde la variable de control es el nivel de inflación.

Para capturar los rezagos, se utiliza una estructura de rezagos tradicional en línea a los modelos de Svensson (1997b) y Lansing y Trehan (2003). Esta estructura se basa en una curva de demanda (IS) que relaciona el producto con la tasa de política monetaria con un rezago de un período; una curva de Phillips que relaciona la inflación con el producto; y dos ecuaciones que describen factores exógenos de oferta y demanda.

La siguiente sección desarrolla el modelo dinámico que incorpora simultánemente: (i) una función de pérdida extendida para costos de ajuste en ambos instrumentos, (ii) rezagos de política monetaria y (iii) un banco central que decide simultánemante su TPM y su meta de inflación.

III El modelo

En esta sección se examina teóricamente la elección y cambios óptimos en la meta de inflación. Esto requiere una representación teórica estilizada del régimen de MI. El modelo está basado en Svensson (1997b) y Woodford (2003a). Estos dos trabajos, son trabajos seminales para la modelación del problema de optimización que enfrentan los bancos centrales y para el estudio del régimen de MI.

Sin embargo, existen tres diferencias principales: (1) este trabajo extiende los modelos previos incorporando una meta de inflación endógena; (2) la función de pérdida del banco central incorpora simultáneamente costos de ajuste en ambos instrumentos, además de objetivos múltiples para el banco central, aumentando la dimensión del problema que enfrenta el banco central, desde una única variable de estado (Svensson, 1997b; Woodford, 2003a) ha 3 variables de estado; y (3) el foco del modelo es la elección óptima de ambos instrumentos, por lo que el modelo no solamente está interesado en la condición de primer orden del problema (Svensson, 1997b) sino que en la solución de forma cerrada del problema.

A Rezagos de política monetaria

Para capturar los rezagos de política monetaria, se considera la siguiente estructura basada en Svensson (1997b)[4]

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha_y y_t + \alpha_z z_t + \epsilon_{t+1} \tag{1}$$

$$y_{t+1} = \beta_y y_t - \beta_r (i_t - \pi_t) + \beta_x x_t + \eta_{t+1} \tag{2}$$

$$x_{t+1} = \gamma_x x_t + \eta^x_{t+1} \tag{3}$$

$$z_{t+1} = \gamma_z z_t + \epsilon^z_{t+1} \tag{4}$$

donde π_t es la tasa de inflación en el período t, y_t es el (log) producto (relativo al producto tendencial), x_t es una variable exógena de demanda, z_t es una variable exógena de oferta, i_t es la TPM, ϵ_t es un shock de oferta i.i.d. con media 0 y varianza σ^2_ϵ, η_t es un shock de demanda i.i.d. con media 0 y varianza σ^2_η, η^x_t es un shock a la variable exógena de demanda i.i.d. con media 0 y varianza $\sigma^2_{\eta^x}$ y ϵ^z es un shock a la variable exógena de oferta i.i.d. con media 0 y varianza σ_{ϵ^z}. Los coeficientes α_y y β_r se asumen positivos, los parámetros γ_x, γ_z y β_y son menores a 1 y los demás coeficientes son no negativos.

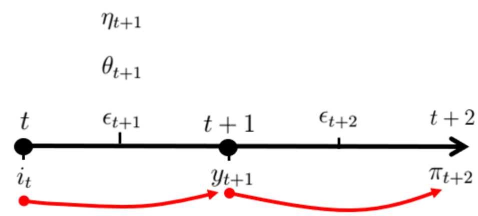
La estructura de esta economía incluye una curva IS (ecuación 2), la cual entrega una relación negativa entre la tasa de política monetaria y el producto. De esta manera, la autoridad monetaria puede aumentar la brecha de producto disminuyendo la tasa de política monetaria. Además, se considera una curva de Phillips (ecuación 1), la cual relaciona el nivel de inflación con el rezago de la inflación y el rezago de la brecha de producto (Clarida et al. 1999; Mankiw, 2001)[5]. De esta manera, la inflación es creciente en el rezago del producto y en el rezago de la variable exógena de oferta. El producto está serialmente correlacionado, es decreciente en el nivel de la tasa real de política monetaria, $i_t - \pi_t$, y es creciente en el rezago de la variable exógena de demanda.

La siguiente figura, ilustra el timming del modelo:

[4] Existen otros trabajos como Lansing y Trehan (2003); Woodford (2003a) y Valdés y Medina (2007) que utilizan una estructura similar.

[5] La elección de la forma de la curva de Phillips se motiva por el hecho de un mejor apego a la evidencia empírica (Mankiw, 2001; Rudebusch, 2002). Otros trabajos que incorporan esta curva de Phillips son Medina y Valdés (2002a) y Lansing y Trehan (2003).

Timeline



B La función de pérdida

La función de pérdida del banco central no es observable. Luego, debemos dar una interpretación detallada y justificada de cada uno de los argumentos de la función de pérdida.

Se asume que existe una función de pérdida para el banco central (L^{BC}). De acuerdo a la evidencia previa (tabla 1), se asume que la forma funcional explícita de la función de pérdida del banco central es la siguiente,

$$L_t^{BC} = \frac{1}{2}\left[(\pi_t - \pi_t^T)^2 + \phi(i_t - i_{t-1})^2 + \lambda(y_t - y^*)^2 + \varphi(\pi_t^T - \pi_{t-1}^T)^2 + \theta(\pi_t^T - \pi^*)^2\right] \tag{5}$$

donde π_t^T es la meta de inflación del banco central en el período t y π^* es la meta de inflación estacionaria.

El coeficiente $\varphi > 0$ representa los costos de ajustar la meta de inflación, $\phi > 0$ es el costo de ajustar la TPM, $\theta > 0$ es el costo de tener una meta de inflación distinta a la meta estacionaria y $\lambda > 0$ es el peso relativo que le entrega el banco central a la estabilización del producto.

A la luz de la tendencia de los bancos centrales a suavizar las tasas de interés, se incorpora el primer término, $\phi(i_t - i_{t-1})^2$. Algunas explicaciones para suavizar las tasas de interés incluyen el trade-off de los bancos centrales entre su preocupación por la estabilidad del sistema financiero y la estabilidad de precios (Cukierman, 1996; Woodford, 2003a); y la incertidumbre con respecto a las correcciones (revisiones) de los datos (Orphanides, 1998; Sack, 2000). Por lo general, este término no se incorpora a las funciones de pérdida porque amplía la dimensión del problema y disminuye la tractabilidad del problema (Tabla 1, columna 5).

El segundo y tercer término de la función de pérdida, $(\pi_t - \pi_t^T)^2$ y $\lambda(y_t - y^*)^2$, capturan el hecho de que el objetivo de la política monetaria es estabilizar tanto la inflación como el producto alrededor de la meta de inflación y el producto tendencial, respectivamente. Este término ha sido ampliamente utilizado (Tabla 1, columna 3 y 4) por la literatura clásica (Kydland y Prescott, 1979; Barro y Gordon, 1983; Rogoff, 1985; Svensson, 1997) y por la literatura reciente de las funciones de pérdida del banco central (Yuan y Miller, 2009; Debortolli et al, 2017).

Debido a que este modelo amplía los modelos anteriores al endogenizar la meta de inflación, se incluye un término que captura los costos de ajuste de la meta de inflación. La credibilidad y la reputación son fundamentales para el análisis de los países que adoptaron metas de inflación (Ferreira y de Guimaraes, 2009). Para capturar el hecho de que los cambios en el objetivo están asociados con los costos de reputación y / o credibilidad, debido a una mayor volatilidad de la meta de inflación, incluimos en la función de pérdida el término $\varphi(\pi_t^T - \pi_{t-1}^T)^2$.

Por último, se incorpora el componente $\theta(\pi_t^T - \pi^*)^2$ por dos motivos. En primer lugar, porque algunos bancos centrales han anunciado su objetivo de querer alcanzar su meta estacionaria. De esta manera, existe un costo por estar en un nivel distinto a la meta estacionaria. En segundo lugar, debido a que algunos bancos centrales han utilizado su trayectoria de metas de inflación para alcanzar su meta estacionaria, este componente produce que en el largo plazo se converja a la meta de inflación estacionaria.

Notar que la forma cuadrática de los términos anteriores es atractiva e intuitiva. En particular, la pérdida marginal de desviación de la inflación respecto de la meta de inflación es $\frac{\partial L^{BC}}{\partial \pi_t} = |\pi_t - \pi_t^T|$. Esta aumenta con la distancia relativa de la inflación respecto a la meta de inflación y es cercana a cero cuando la distancia es cercana a cero. Usando el mismo argumento, los cambios en la brecha de producto, en la tasa de política monetaria, y los cambios en la meta de inflación tienen un costo marginal que aumenta con la distancia desde el valor anterior y cercano a cero cuando la distancia es cercana a cero. Es decir, el banco central tiene preferencias para suavizar los cambios en sus instrumentos de política monetaria, el objetivo de inflación, el objetivo de la brecha de producto y la tasa de política monetaria.

De esta manera, un banco central bajo MI en el período t escoge una de secuencia tasas de política monetaria ($\{i_s\}_{s=t}^{\infty}$) y de metas de inflación ($\{\pi_s^T\}_{s=t}^{\infty}$) tal que minimicen:

$$\mathbb{E}_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \beta^{\tau-t} L_t(\pi_\tau, \pi_\tau^T, \pi_{\tau-1}^T, \pi^*, y_\tau, y^*, i_\tau, i_{\tau-1})$$

donde $\mathbb{E}_t$ es el operador de expectiva condicional en la información disponible del banco central en el período t y β es el factor de descuento que satisface $0 < \beta < 1$.

C La función de valor

Dada la estructura de rezagos de política monetaria, la tasa de política monetaria no afecta a la inflación ni al producto en el período t. Sino que afecta con un rezago al producto (es decir, en t+1, t+2, ...) y con dos rezagos a la inflación (t+2, t+3, ...). De esta manera, la solución al problema de optimización está en determinar en cada período la TPM y la meta de inflación, considerando los rezagos anteriores. Dada la naturaleza recursiva del problema, el problema se resuelve utilizando instrumentos de programación dinámica. De esta manera, la función de valor es

$$(6)\ TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = \min_{i_t, \pi_{t+1}^T} \frac{1}{2}\left[(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T)^2 + \tilde{\phi}(i_t - i_{t-1})^2 + \lambda(y_{t+1|t} - y^*)^2 + \varphi(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T)^2\right] + \frac{1}{2}\theta(\pi_{t+1}^T - \pi^*)^2 + \beta \mathbb{E}_t TV(\pi_{t+2|t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1})$$

sujeto a (1), (2), (3) y (4), donde $\tilde{\phi} \equiv \frac{\phi}{\beta}$ y $\Psi_t \equiv [\pi_t, x_t, z_t]$.

Las variables de estado del problema son las expectativas de inflación en el período t $\pi_{t+1|t}$[6], la meta de inflación π_t^T, el valor previo de la tasa de política monetaria, i_{t-1}, y el vector Ψ_t. Esto es coherente con Svensson (1997b y 1997c) cuyas variables de estado son, para el mismo problema para una meta de inflación constante, $\pi_{t+1|t}$ y i_{t-1} y un vector similar a Ψ_t.

Notar que la inflación esperada es un estadístico suficiente para el producto, y_t, del problema del banco central. Esto se debe a que al estar dada la inflación esperada y el vector Ψ_t uno puede recuperar el valor de y_t[7]. De esta manera, al momento de resolver el problema el banco central tiene dado todas las variables del período t $(\pi_t, y_t, x_t, z_t, i_{t-1}, \pi_t^T)$.

En orden de asegurar la existencia de una única solución al problema (6), se demuestra la siguiente proposición.

Proposición 1 *T es una contracción con un único punto fijo, continuo y acotado V bajo la norma del supremo en el espacio de funciones continuas y acotadas $\mathbb{B}$.*

Demostración 1 *T satisface las condiciones suficientes de Blackwell para una contracción. Luego, por el teorema de mapeo continuo, T es una contracción con un único punto fijo, continuo y acotado $V \in \mathbb{B}$.*

[6]Se define la expectativa de x_{t+1} en t como $x_{t+1|t}$.

[7]La ecuación que describe las expectativas es

$$\pi_{t+1|t} = \pi_t + \alpha_y y_t + \alpha_z z_t$$

Al estar dado $\pi_{t+1|t}$, π_t y z_t uno puede recuperar y_t ya que el único valor coherente es

$$y_t = \frac{1}{\alpha_y}\pi_{t+1|t} - \frac{1}{\alpha_y}\pi_t - \frac{\alpha_z}{\alpha_y}z_t$$

.

D Solución del modelo

Usando la ecuación (2)[8] y la regla de la cadena, derivamos las condiciones necesarias de primer orden con respecto a $y_{t+1|t}$ y π^T_{t+1} respectivamente,

(7)

$$-\frac{\tilde{\phi}}{\beta_r}(i_t - i_{t-1}) + \lambda y_{t+1|t} + \beta \left(\mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2,t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial \pi_{t+2|t+1}}{y_{t+1|t}}}_{\alpha_y} + \mathbb{E}_t V_3(\pi_{t+2,t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial i_t}{y_{t+1|t}}}_{-\frac{1}{\beta_r}} \right) = 0$$

(8) $$-(\pi_{t+1,t} - \pi^T_{t+1}) + \varphi(\pi^T_{t+1} - \pi^T_t) + \theta(\pi^T_{t+1} - \pi^*) + \beta \mathbb{E}_t V_2(\pi_{t+2,t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1}) = 0$$

Las condiciones suficientes de segundo orden se satisfacen por la convexidad de la función de valor en los argumentos *(ver anexo, proposición 9)*. Luego, las CPO son condiciones suficientes de optimalidad.

Proposición 2 *La regla de metas de inflación óptima de acuerdo al problema (6) es*

(9) $$\pi^T_{t+1} = \frac{\pi_{t+1,t} + \varphi \pi^T_t + \theta \pi^*}{1 + \varphi + \theta}$$

La función de reacción óptima de la tasa de política monetaria es

(10) $$i_t = \delta_0 \pi_t + \delta_1 i_{t-1} + \delta_2(\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) + \delta_3 y_3 + \delta_4 x_t + \delta_5 z_t$$

donde δ_j para $j \in \{0, \ldots, 5\}$ son constantes positivas que dependen de los parámetros del modelo. Por ejemplo, cuando $z \to \infty$, se tiene que $\delta_1 = 1$ y $\delta_j = 0$ para $j \neq 1$. De esta manera, δ_j captura la sensibilidad de la respuesta de la tasa de política monetaria ante cambios en los distintos argumentos, lo que a su vez depende de la importancia de los parámetros de la función de costos y la estructura de rezagos.

La ecuación (9) señala que la meta de inflación óptima es la combinación convexa entre la meta de inflación óptima bajo ausencia de costos de ajuste (i.e $\varphi = \theta = 0$), el valor anterior de la meta de inflación y la meta estacionaria.

La intuición del resultado es que los bancos centrales buscan capturar al nivel de inflación, pero deben considerar los costos de ajustes y los costos de tener una meta distinta a la estacionaria. De otra manera, los bancos centrales buscan acomodarse al shock inflacionario a través de la meta de inflación, considerando la preferencia por alcanzar la meta estacionaria y el costo de modificar la meta de inflación. Notar que

[8] En particular, usando la ecuación en la siguiente forma, $i_t - \pi_t = \frac{\beta_y}{\beta_r} y_t - \frac{1}{\beta_r} y_{t+1|t} + \frac{\beta_x}{\beta_r} x_t$

cuando los costos de ajuste son muy grandes, $\varphi \to \infty$, la elección óptima de la meta de inflación es el valor previo de la meta de inflación, i.e $\pi_{t+1}^T = \pi_t^T$. Por otro lado, cuando los costos de estar fuera de la meta estacionaria son muy altos, $\theta \to \infty$, la meta de inflación anunciada será la meta de estacionaria, i.e $\pi_{t+1}^T = \pi^*$.

Cuando $\varphi < \infty$ y $\theta < \infty$[9], los cambios en las metas de inflación, $\triangle\pi^T$, son

$$\triangle\pi^T = \begin{cases} > 0 \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \theta(\pi_t^T - \pi^*) \\ = 0 \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) = \theta(\pi_t^T - \pi^*) \\ < 0 \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) < \theta(\pi_t^T - \pi^*) \end{cases}$$

La ecuación anterior nos indica la regla de cambio en las metas de inflación. Esta ecuación muestra los principales determinantes en los cambios de metas de inflación. A la hora de decidir la meta de inflación, el banco central considera el costo (o beneficio) de seguir la tendencia de la inflación, acomodarse al shock inflacionario, relativo al costo (o beneficio) de aproximarse a su meta estacionaria.

Esta ecuación, nos permite responder por qué los países cambian sus metas de inflación. Aquellos países que han cambiado sus metas monotónicamente hacia su nivel estacionario, son países con metas - típicamente mayores - distintas a la estacionaria y con costos relativamente grandes de tener una meta de inflación distinta a la estacionaria. De esta manera, $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) < \theta(\pi_t^T - \pi^*)$ por lo que han ido disminuyendo sus metas de inflación. Incluso, algunos bancos centrales (por ejemplo, Chile durante 1991-2000) disminuyeron sus metas de inflación a pesar de que en algunos períodos las expectativas coincidían con la meta de inflación actual. En ese caso, se tenía que $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) \approx 0$, pero dado que $(\pi_t^T - \pi^*) > 0$ los bancos centrales decidieron disminuir sus metas de inflación.

Además, esta ecuación permite entender los cambios en la meta de inflación para aquellos países que enfrentan una desviación significativa positiva (negativa) de las expectativas de inflación respecto de la meta. Estos países van a tender a aumentar (disminuir) sus metas de inflación para acomodarse al shock inflacionario, siempre y cuando este desvío sea significativamente importante, i.e aumentan su meta si y solo si $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \theta(\pi_t^T - \pi^*)$.

Por último, esta ecuación permite responder el por qué países en su fase estacionaria no han cambiado sus metas de inflación. Una vez que los bancos centrales alcanzan su meta de inflación estacionaria, $(\pi_t^T - \pi^*) = 0$, las expectativas de inflación en el horizonte de política monetaria han sido iguales a la meta de inflación (ambas iguales a 3% en el caso de Chile). Luego, $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) = 0$, por lo que $\triangle\pi^T = 0$.

[9] Cuando los costos son extremadamente altos, i.e $\varphi \to \infty$ o $\theta \to \infty$, los cambios en la meta de inflación son igual a cero.

La función de reacción de la TPM (ecuación 10) tiene la misma forma de la regla de Taylor (1993), excepto que incorpora la reacción ante cambios en las variables exógenas y las desviaciones futuras de la inflación respecto de la meta anunciada. De esta manera, la tasa de política monetaria es creciente en el exceso de la inflación sobre su meta de inflación, el producto de la economía y del valor actual de las variables exógenas de oferta y demanda.

La ecuación (10) muestra el rol de la política acomodativa a través de la meta de inflación. Ante un shock inflacionario, el banco central va a ajustar su tasa de política monetaria en $\delta_0 + \delta_1 \cdot (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T)$. Sin embargo, podría hacer polícita monetaria acomotacia a través de su meta de inflación, aproximándose a $\pi_{t+1|t}$, disminuyendo $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T)$ ya que $\pi_t^T < \pi_{t+1}^T$. Con esto, la respuesta de la tasa de política monetaria ante un shock inflacionario será menor cuando el banco central se acomoda a través de la meta de inflación.

Los bancos centrales que cambian sus metas en el sentido anterior, utilizan a la meta como una segunda variable de decisión de política monetaria, es decir, como un pseudo instrumento, además de la TPM. En este sentido la meta de inflación es un pseudo-instrumento debido a que su efecto es únicamente a través del cambio de trayectoria de la TPM.

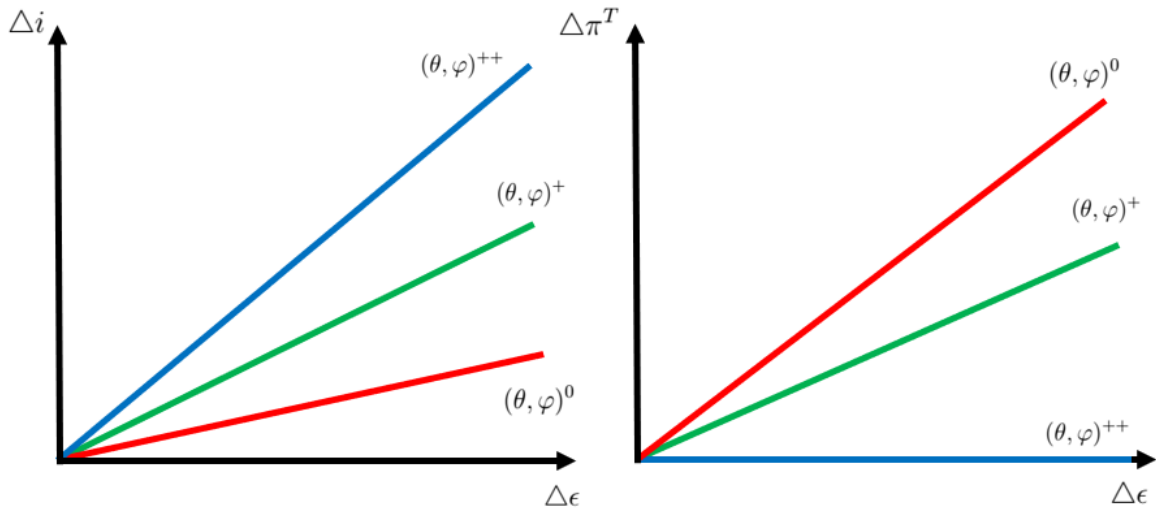
Proposición 3 *La respuesta a través de la tasa de política monetaria ante un shock de inflación (ϵ_t) es*

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon_t} = \delta_0 + \delta_2 \left(1 - \frac{1}{1 + \varphi + \theta}\right) \tag{11}$$

La proposición anterior señala que los banco centrales que se acomodan al shock inflacionario a través de la meta de inflación, tienen menores respuestas en la TPM ante shocks inflacionarios. Esta respuesta es creciente en los costos de ajuste y costos de estar fuera de la meta estacionaria. La proposición anterior se resume en la figura (1).

La intuición del resultado es simple. Los bancos centrales bajo MI tienen un instrumento principal, la TPM, y un pseudo instrumento, la meta de inflación. Cuando realizan política monetaria, tienen a disposición estas dos herramientas. Luego, pueden suavizar, considerando los costos de la utilización de cada uno, la política monetaria. De esta manera, ante un shock positivo inflacionario los bancos centrales suavizan la respuesta de la TPM a través del cambio en la meta de inflación.

Figure 1: **Interacción entre la TPM y la meta de inflación**



$(\theta,\varphi)^{++}$ representa el caso cuando $\theta \to \infty$ y $\varphi \to \infty$; $(\theta,\varphi)^{+}$ representa el caso cuando $0 < (\theta,\varphi) < \infty$ y $(\theta,\varphi)^{0}$ representa el caso cuando $\theta = \varphi = 0$.

Un aspecto interesante, es el hecho de que los bancos centrales cuando hacen política monetaria acomodativa no se acomodan perfectamente. Esto es, cambios en la meta de inflación van acompañados de cambios en la tasa de política monetaria. La siguiente proposición demuestra esto.

Proposición 4 *Los banco centrales no se acomodan perfectamente. Es decir, al realizar política monetaria acomodativa, los bancos centrales también cambian su tasa de política monetaria.*

Lo anterior se debe principalmente al hecho de que existen costos positivos de ajustes y costos positivos de estar fuera de la meta estacionaria. De esta manera, para cualquier meta de inflación óptima se tiene $\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1} > 0$, por lo que la tasa de política monetaria responderá simultáneamente.

Los resultados de esta sección, dependen de la estructura de costos que enfrenta el banco central. En la siguiente subsección se muestra que estos resultados se mantienen para una estructura de costos no lineales, la cual difiere al caso lineal-cuadrático anterior.

E Función de pérdida con costos asimétricos no lineales

El principal problema de la solución de la meta de inflación óptima encontrada en la subsección anterior es el hecho de que el banco central cambia sus meta marginalmente. Esto se debe al caracter lineal-cuadrático del problema. Sin embargo, en los datos se puede ver que los bancos centrales nos cambian sus metas linealmente, sino que hay zonas de inacción de las metas de inflación. (ver figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13).

Lo anterior motiva a una función de perdidas con costos asimétricos no lineales. Suponga que la función de pérdidas del banco central es la siguiente

$$(12) \qquad L_t^{BC} = \frac{1}{2}\left[(\pi_t - \pi_t^T)^2 + \lambda(y_t - y^*)^2 + \phi(i_t - i_{t-1})^2\right] + k_2 \cdot \mathbb{1}_{(\pi_t^T - \pi_{t-1}^T > 0)} + k_1 \cdot \mathbb{1}_{(\pi_t^T - \pi_{t-1}^T < 0)}$$

donde las variables son análogas al problema anterior, k_1 es el costo de disminuir la meta de inflación y k_2 es el costo de aumentar la meta de inflación. Se asume que $k_1 \geq 0$ y $k_2 \geq 0$.

La función de pérdida se diferencia respecto del caso lineal-cuadrático debido a que incorpora no-linealidades que conllevan zonas de inacción, en las cuales el banco central no cambia la meta. Todo esto para capturar la tendencia de los bancos centrales a realizar un menor número de cambios de metas de inflación.

Para resolver esto, se plantea la siguiente función de valor

(13)

$$\begin{aligned} TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = \min_{i_t, \triangle^+\pi^T, \triangle^-\pi^T} &\frac{1}{2}\left[\tilde{\phi}(i_t - i_{t-1})^2 + (\pi_{t+1|t} - (\pi_t^T + \triangle^+\pi^T - \triangle^-\pi^T))^2 + \lambda(y_{t+1|t} - y^*)^2\right] + \\ &k_2 \cdot \mathbb{1}_{\triangle^+\pi^T} + k_1 \cdot \mathbb{1}_{\triangle^-\pi^T} + \frac{1}{2}\theta((\pi_t^T + \triangle^+\pi^T - \triangle^-\pi^T) - \pi^*)^2 \\ &+ \beta \mathbb{E}_t TV(\pi_{t+2|t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) \end{aligned}$$

sujeto a (1), (2),(3), (4) y un multiplicador de Lagrange de la restricción $\triangle^+\pi^T \cdot \triangle^-\pi^T = 0$, donde $\tilde{z} \equiv \frac{z}{\beta}$, $\triangle^+\pi^T \equiv \pi_{t+1}^T - \pi_t^T > 0$ y $\triangle^-\pi^T \equiv \pi_{t+1}^T - \pi_t^T < 0$. La restricción $\triangle^+\pi^T \cdot \triangle^-\pi^T = 0$ básicamente señala que el banco central debe escoger aumentar la meta, disminuir la meta o no cambiar la meta de inflación.

Notar que el problema es similar al de la sección anterior, con la diferencia de que la variable de decisión del banco central son la tasa de política monetaria (i_t) y los cambios de la meta de inflación, $\triangle^+\pi^T, \triangle^-\pi^T$.

Proposición 5 *La regla de metas de inflación óptima de acuerdo al problema (13) es*

$$(14) \qquad \pi_{t+1}^T = \begin{cases} \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* - k_2}{1+\theta} \ \ si \ (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) > k_2, \\ \pi_t^T \ \ si \ (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) \in [-k_1, k_2] \\ \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* + k_1}{1+\theta} \ \ si \ (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) < -k_1 \end{cases}$$

La función de reacción óptima de la tasa de política monetaria es análoga al encontrado en la solución del problema (13)

La función de reacción de la meta de inflación es estrictamente no lineal debido al caracter no lineal de los costos de ajuste de meta de inflación. Notar que en presencia de costos asimétricos no lineales, existe una zona en donde el banco central no cambia la meta de inflación. Esto podría mostrar como algunos países que están en su meta estacionario deciden no cambiar sus metas de inflación a pesar de tener shocks inflacionarios que hacen que las expectativas de inflación, en su horizonte de política monetaria, sean superiores a su meta estacionaria.

Además, esta estructura de metas de inflación permite responder por qué países, como por ejemplo Brasil (durante 2001-2005), aumentaron su meta de inflación cuando los shocks de oferta fueron suficientemente grandes.

Los cambios en la meta de inflación son estrictamente no lineales, con una zona de inacción de la meta de inflación,

$$\triangle\pi^T = \begin{cases} > 0 \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \theta(\pi_t^T - \pi^*) + k_2, \\ < 0 \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) < -(k_1 + \theta(\pi_t^T - \pi^*)) \\ = 0 \text{ en otro lugar} \end{cases}$$

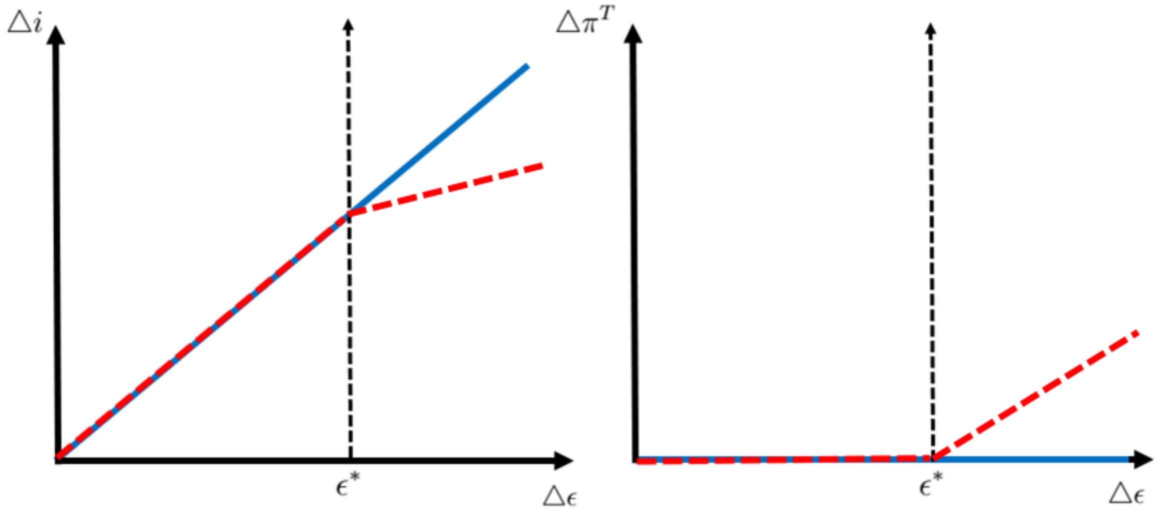
Notar que para el caso de países que ya están con sus metas estacionarias cambiarán sus metas únicamente cuando el shock inflacionario sea suficientemente grande (mayores a k_2), $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > k_2$. Por el contrario, estos países disminuirán sus metas cuando el shock desinflacionario sea suficientemente grande $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) < -k_1$.

Proposición 6 *La respuesta a través de la tasa de política monetaria ante un shock positivo de inflación* (ϵ_t) *es*

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon_t} = \begin{cases} \delta_0 + \delta_2\left(1 - \frac{1}{1+\theta}\right) \;\; si \; (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) + k_2, \\ \delta_0 + \delta_2 \;\; en \; otro \; lugar \end{cases} \tag{15}$$

La interacción entre ambos instrumentos es la misma, salvo de que en este caso hay zonas de inacción para la meta de inflación. Sin embargo, la intuición y el resultado se mantiene. Aquellos bancos centrales que cambian sus metas de inflación para acomodarse al shock inflacionario tienen respuestas menos agresivas a través de la tasa de política monetaria.

Figure 2: **Interacción entre la TPM y la meta de inflación**



IV Estrategia empírica

A Metodología

En la siguiente sección se describe la estrategia empírica para estimar las ecuaciones (9) y (10) que describen la regla de política monetaria y la regla de meta de inflación.

Antes de detallar los métodos de estimación, escribiremos el modelo en niveles en su forma dinámica:

$$i_{i,t} = \gamma_{1i} i_{i,t-1} + \gamma_{2i}\pi_{i,t} + \gamma_{3i}(\pi_{i,t+1|t} - \pi^T_{i,t+1}) + \gamma_{4i} y_{i,t} + \theta_i + \nu_t + \epsilon_{i,t} \tag{16}$$

$$\pi^T_{i,t+1} = \delta_{1i,t}\pi^T_{i,t} + \delta_{2i,t}\pi^*_{i,t} + \delta_{3i,t}\mathbb{E}_t\pi_{t+1} + \theta_i + \nu_t + \varepsilon_{i,t} \tag{17}$$

donde i y t representan el país y el período respectivamente. Los términos θ_i y ν_t son efectos fijos del país y efectos fijos del período, respectivamente. Finalmente, $\epsilon_{i,t}$ y $\varepsilon_{i,t}$ son errores aleatorios.

Sean los siguiente vectores, $\gamma_{\mathbf{i}}$, $\delta_{\mathbf{i}}$, $\mathbf{x_{i,t}}$ y $\mathbf{z_{i,t}}$, definidos de la siguiente manera:

$$\gamma_i \equiv \begin{bmatrix} \gamma_{1i} \\ \gamma_{2i} \\ \gamma_{3i} \\ \gamma_{4i} \end{bmatrix}, \; \delta_i \equiv \begin{bmatrix} \delta_{1i} \\ \delta_{2i} \\ \delta_{3i} \end{bmatrix}, \; x_{i,t} \equiv \begin{bmatrix} i_{i,t-1} \\ \pi_{i,t} \\ \pi_{i,t+1|t} - \pi^T_{i,t+1} \\ y_{i,t} \end{bmatrix}, \; z_{i,t} \equiv \begin{bmatrix} \pi^T_{i,t} \\ \pi^*_{i,t} \\ \pi_{i,t+1|t} \end{bmatrix}$$

Las ecuaciones (16) y (17) se pueden escribir de la siguiente manera:

$$i_{i,t} = \gamma_i' x_{i,t} + \theta_i + \nu_t + \epsilon_{i,t} \tag{18}$$

$$\pi^T_{i,t+1} = \delta_i' z_{i,t} + \theta_i + \nu_t + \epsilon_{i,t} \tag{19}$$

Clasificaremos los cambiadores de inflación de la siguiente manera[10]:

1. **No cambiadores de metas de inflación (NC):** aquellos países que no han cambiado su meta de inflación.

2. **Cambiadores escalera (E):** estos países son aquellos que en forma monotónica han reducido sus metas hasta alcanzar la meta estacionaria. Típicamente, son países que adoptaron el régimen de MI con altos niveles de inflación y utilizaron las metas de inflación para ir convergiendo gradualmente a sus metas estacionarias. Debido a su forma monotónica, al graficar sus metas de inflación, tienen la forma de una escalera (figuras 8 y 9).

3. **Cambiadores peldaños (P)**: son países que una o quizás dos veces han cambiado su meta estacionaria. Al gráficar sus metas de inflación, tienen uno o dos saltos discretos respecto de su meta estacionario. Esa es la razón de denominarlos "cambiadores peldaños" (figura 10).

4. **Cambiadores sube y baja (SB):** son países que cambian sus metas - y frecuentemente las aumentan - porque no las cumplen. Actualmente son 12 países que en algún período han aumentado sus metas de inflación en respuesta a su no cumplimiento. El gráfico de estos países tiene ascensos y descensos de la meta de inflación, de ahí el nombre "cambiadores sube y baja" .

En orden de capturar las diferencias entres los tipos de cambiadores de metas de inflación incluiremos las siguientes variables dummys ($D \equiv \{D_P, D_E, D_{SB}\}$), dejando como base aquellos no cambiadores. Luego, el modelo en su versión de niveles es

$$i_{i,t} = \gamma_i' x_{i,t} + D_P \gamma_i' x_{i,t} + D_E \gamma_i' x_{i,t} + D_{SB} \gamma_i' x_{i,t} + \theta_i + \nu_t + \epsilon_{i,t} \tag{20}$$

$$\pi^b_{i,t+1} = \delta_i' z_{i,t} + D_P \delta_i' z_{i,t} + D_E \delta_i' z_{i,t} + D_{SB} \delta_i' z_{i,t} + \theta_i + \nu_t + \epsilon_{i,t} \tag{21}$$

[10]Ver apéndice el detalle de la clasificación de cambiadores de metas de inflación

donde D_E es igual a 1 cuando el país pertenece a los cambiadores escalera y 0 en otro caso, D_P es igual a 1 cuando el país pertenece a los cambiadores peldaño y 0 en otro caso y por último D_{SB} es igual a 1 cuando el país pertenece a los cambiadores sube-baja y 0 en otro caso.

En primer lugar, estimaremos las ecuaciones (20) y (21) usando el estimador de *Instrumental-Variable Fixed-Effect (IV-FE)*. El principal supuesto de este estimador, es que todos los parámetros son comúnes entre los países

$$\gamma_{ji} = \gamma_j \text{ para } j \in \{1, 2, 3, 4\}$$
$$\delta_{ji} = \delta_j \text{ para } j \in \{1, 2, 3\}$$

El procedimiento de *IV-FE* corrije por los potenciales problemas de endogeneidad, debidos a la posible autocorrelación en el término del error, en el término que captura la suavización de la tasa de política monetaria. Otro aspecto positivo de la estimación (IV-FE), es que corrije por aspectos no observables y constantes en cada país. Debido a esto utilizaremos dos rezagos en la tasa de política monetaria y en las demás variables backward-looking como instrumentos del término que suaviza la tasa de política monetaria. Además, el estimador *IV-FE*, corrije por variables no observables particulares al país que son constantes en el tiempo. Por último, se incluyen un término para los efectos fijos del período, lo cual controla los shocks del período que afectan a todos los países de la misma manera.

La presencia de la variable dependiente rezagada en ambos instrumentos implica que ambas variables están correlacionadas con el error compuesto debido a la heterogeneidad específica el país. De esta manera, el segundo procedimiento para estimar las ecuaciones (20) y (21) en un panel dinámico utiliza el estimador de metodo generalizado de momentos (GMM) de acuerdo a los procedimientos de Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998), quienes han mejoraron el método original de Arellano y Bond (1991). La idea básica del estimador original es diferenciar la ecuación para eliminar la heterogeindad individual no observada. Luego, bajo los supuestos estándar de las condiciones iniciales $\mathbb{E}_t\{X_{i,1}, \epsilon_{i,t}\} = 0$ para $t = 2, 3 \ldots, T$, donde

$$X_{i,t} = [i_{i,t} \ Y_{i,t}] \ ; \ Y_{i,t} \equiv [x_{i,t} \ z_{i,t}]$$

las variables rezagadas se pueden usar como instrumentos para las primeras diferencias endógenas y variables predeterminadas. Bajo este esquema, se puede explotar el hecho de que

$$\mathbb{E}_t\{X_{i,t-s}, \triangle\epsilon_{i,t}\}$$

para $i = \{1, 2, \ldots, N\}$ y $s = \{3, 4, \ldots, T\}$, donde $\triangle\epsilon_{i,t}$ es MA(1), en cuyo caso el supuesto de no estar serialmente correlacionado está correcto. En otro caso, $s = \{2, 3, \ldots, T\}$ si $\triangle\epsilon_{i,t}$ es MA(0).

Sin embargo, debido a la débil correlación entre los niveles rezagados y las primeras diferencias posteriores, en muchos casos esas series han demostrado ser instrumentos deficientes para las primeras variables de diferencia, especialmente para las series altamente persistentes. En este contexto, Blundell y Bond (1997, 1998) muestran que el estimador GMM bajo el procedimiento de Arellano-Bond (1991) tiene propiedades de muestra finita pobres, incluyendo sesgo e imprecisión. Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998) propusieron un estimador aumentado que incluye las ecuaciones originales en niveles en un sistema GMM.

Bajo el supuesto $\mathbb{E}_t\{\triangle x_{i,t}, \nu_t\} = 0$ y la condición inicial $\mathbb{E}_t\{\triangle i_{i,2}, \nu_t\} = 0$ se obtiene el siguiente conjunto adicional de momentos

$$\mathbb{E}_t\{\triangle X_{i,t-s}, \nu_t + \epsilon_{i,t}\} = 0$$

para $s = 1$ cuando $\epsilon_{i,t}$ es MA(0) y $s = 2$ en el caso que sea MA(1). De esta manera, se pueden utilizar las variables rezagadas, en diferencias, como instrumentos para las ecuaciones en niveles. Combinando ambos conjuntos de condiciones de momentos, se origina el estimador SYS-GMM, que tiene mejores propiedades en muestras finitas, i.e reducción del sesgo de muestra finita respecto de Arellano y Bond (1991).

Por último, dada la ecuación (9) se estima la probabilidad de cambiar las metas de inflación. Para esto, se estima a través de Probit-panel la siguiente ecuación,

$$Prob(\triangle\pi^T \neq 0) = \Phi(\Upsilon'_{i,t}\beta + c_i + \varepsilon_{i,t}) \tag{22}$$

donde $Prob(\triangle\pi^T \neq 0)$ es la probabilidad de cambiar las metas de inflación, $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución acumulada de una normal estándar, c_i es el efecto del período y $\Upsilon_{i,t}$ es un vector de regresores para el país i en el período t.

Los regresores a incluir se basan en el modelo previo. Se incluyen, los desvíos futuros de la inflación respecto de la meta de inflación; la distancia de la inflación respecto de la meta estacionaria, el número de trimestres sin cambiar la meta de inflación y un indicador de transparencia como una aproximación a la calidad de instituciones.

B Datos

La base de datos de este trabajo, es una base de datos de panel única para países bajo metas de inflación. Ningún estudio previo ha considerado la totalidad de los 38 países (Tabla 9, columna 1) bajo metas de inflación. La frecuencia de la base de datos es trimestral con datos desde enero de 1990 hasta diciembre del 2017, que comprende aproximadamente 2200 observaciones.

Para seleccionar la fecha de inicio para cada país, se utiliza solamente un criterio: la fecha de adopción del régimen de metas de inflación (Tabla 9, columna 2). De esta manera, no se considera el típico criterio de disponibilidad de datos.

La principal fuente para la construcción de la base de datos fueron las distintas páginas web de los bancos centrales (Tabla 10). De estas páginas, se obtuvieron los datos, en frecuencia trimestral, de nuestras variables dependientes: la tasa de política monetaria y las metas de inflación. Otras fuentes para la construcción de los datos fueron: bases de datos de OECD, Consensus Forecast y Bloomberg, revisadas con la información de los bancos centrales y los distintos institutos nacionales de estadísticas.

La mayoría de los datos necesarios están en frecuencia trimestral (la tasa de politica monetaria, el nivel de inflación, el producto) o se pueden transformar fácilmente en frecuencia trimestral (la meta de inflación). La tasa de inflación corresponde a la variación trimestral anualizada del índice de precios del banco central respectivo. Análogamente, para calcular la variación del producto se utiliza la variación trimestral anualizada del indicador de actividad del país respectivo. Sin embargo, las series de expectativas de inflación están únicamente en frecuencia anual. Para esto, utilizamos la siguiente metodología de Muñoz y Schmidt-Hebbel (2013). De esta manera, sea $m \in \{1, 2, 3, 4\}$ el trimestre correspondiente. Así, la inflación esperada en

$$\pi^e_{m,m+3} = \left(\frac{4-m+1}{4}\right) \cdot \ \pi^e \text{ para el año t} + \left(\frac{m-1}{4}\right) \cdot \ \pi^e \text{ para el año t+1}$$

Alternativamente, el método de evaluación comparativa de las Primeras Diferencias Proporcionales (PFD) propuesto por Denton (1971) es una solución ampliamente utilizada para la distribución, pero en la extrapolación puede sufrir cuando los movimientos en la serie de indicadores no coinciden consistentemente con los movimientos en las referencias anuales objetivo. Por esta razón, se utiliza el método de extrapolación de Denton recomendado por el FMI (2001).

Por último, dado que la variable y_t está expresado como el logaritmo de la brecha de producto respecto del producto tendencial o de largo plazo, el filtro Hodrick-Prescott nos permite separar la serie de tiempo y_t en sus dos componentes: un componente tendencial y_t^* y un componente cíclico $y_t - y_t^*$.

La tabla (2) muestra los principales estadísticos para los datos a utilizar en la regresión:

Table 2: Principales estadísticos de las variables

Variable	Obs	Promedio	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
π	2125	3.97	3.34	-3.62	22.9
π^T	2125	3.47	1.83	1	15
y_t	2125	3.45	3.21	-7.61	9.7
i_t	2125	5.81	4.68	-0.5	26.5
$\pi_{t+1\|t}$	2125	3.94	2.85	-0.91	23.4
$\pi_{t+1\|t} - \pi_t^T$	2125	0.47	2.01	-5	18.4

El promedio de las tasas de política monetaria es de 5.81% para la muestra completa, con una desviación estandar de 4.68% y un rango, es decir la diferencia entre el máximo y el mínimo de las observaciones trimestrales, de 27%. Esto refleja las diferencias de política monetaria entre los países y en el tiempo.

Análogamente, el segundo instrumento de política monetaria, la meta de inflación tiene un promedio de 3.47% lo cual es consistente con la convergencia a metas estacionarias de $[1-3]\%$ para las economías avanzadas y de $[2-4]\%$ para las economías emergentes y en vías de desarrollo. La desviación estandar 3.47% y el rango de 14, refleja la dispersión de metas entregada en las figuras (6) y (7).

Por último, los principales estadisticos de las variables inflación, inflación esperada y producto, reflejan los distintos contextos macroeconómicos de los 38 países bajo metas de inflación a lo largo del tiempo. Por ejemplo, para la inflación esto se debe a la influencia de shocks inflacionarios idiosincráticos excepcionales y de shocks desinflacionarios. Es notorio, que el amplio rango de $\pi_{t+1|t} - \pi_t^T$ refleja los grandes desvíos de la inflación, en nivel y en valor esperado, respecto de la meta (Roger y Stone, 2002).

La tabla (3) muestra las correlaciones bivariadas de todas las variables para la muestra completa. Correlaciones simples de la tasa de política monetaria con sus determinantes exhiben signos esperados. Antes de realizar el ejercicio empírico, realizamos test para evaluar raíces unitarias en la muestra. Debido a que el estudio se basa en un panel-serie de tiempo, reaizamos test de raíces unitarias para paneles [11].

[11] Para ver una detallada discusión de los test de paneles-series de tiempo y técnicas de estimación, ver Barbieri (2009) y Smith y Fuertes (2010).

Table 3: Correlaciones bi-variadas

	i_t	y_t	π_t	$\pi_{t+1\|t}$
i_t	1.00			
y_t	**0.01**	1.00		
π_t	**0.73**	0.01	1.00	
$\pi_{t+1\|t}$	**0.52**	0.00	**0.72**	1.00

Nota: Las correlaciones estadísticamente significativas al 1% están en formato bold.

En primer lugar, realizamos un test tipo Fisher propuesto por Choi (2001), el cual es basado en una combinación de p-valores de los test estadísticos[12] para cada una de las unidades del corte transversal. En particular, se realizan dos test: Dickey-Fuller aumentado con dos rezagos para cada unidad y Phillips-Perron con dos rezagos para cada unidad. Se realiza el test para la hipótesis nula de que todas las series tienen una raíz unitaria bajo una hipótesis alternativa de que una fracción de la muestra es estacinaria. Se rechaza la hipótesis nula para cada una de las variables utilizadas en las regresiones.

En segundo lugar, se realiza un test propuesto por Im, Pesaran y Shin (2003), que corrije por dependencia en el corte transversal y por errores serialmente correlacionados. El resultado de este test es análogo a los resultados de los demás tests. De esta manera, no se encuentra evidencia estadística de procesos integrados en el panel.[13] Además, se realiza un test de Hausman para testear acerca de la estimación de efectos fijos o efectos aleatorios. Se rechaza la hipótesis nula, a favor de efectos fijos. Además, se realiza un test-F para testar acerca de un regresión agrupada o con efectos fijos. Se rechaza la hipótesis nula a favor de efectos fijos.

Para la estimación de la ecuación (22), se construye una base de datos, en donde la meta estacionaria tiene valores de entre 2 a 4%. Para aquellos países que ya han convergido se utilizan dichas metas de inflación, sin embargo para aquellos que no han convergido - como Brasil, Ghana, entre otros emergentes - se utiliza una meta estacionaria de un 4%. El tiempo sin cambiar las metas de inflación es el número de trimestres, desde el último cambio de metas de inflación o adopción del régimen de MI. El indicador de transparencia a usar el indicador de Dincer y Eichengreen (2014). Este indicador no solamente considera transparencia, sino que se considera los procedimientos, la estructura operacional, las decisiones de política

[12]Distribución chi-cuadrado inverso, distribución normal inversa, distribución logística inversa y una versión modificada de la distribución chi-cuadrado inversa.

[13]Los p-valores de todos los test son de 0.00 para todas las variables. La variable inflación, para el test de Dickey-Fuller aumentado con dos rezagos, presenta un valor p de 0.05 para el caso de distribución chi-cuadrado inversa y de 0.04 en la distribución chi-cuadrada inversa modificada. En todos los demás, el p-valor de inflación es de 0.00.

monetaria y los objetivos de política monetaria.

V Resultados

En la siguiente sección se detallan los resultados de las estimaciones comentadas en la sección previa. En particular, se detallan los resultados respecto a tres aspectos. En primer lugar, se estudian los determinantes de la meta de inflación de acuerdo a la ecuación (9). En segundo lugar, se estudia la interacción entre la TPM y la meta de inflación de acuerdo a la proposiciones (3) y (5). En ese sentido se investiga si existen respuestas de política monetaria menos agresivas para aquellos países que han cambiado su meta de inflación. Por último, se estudian los determinantes en la probabilidad de cambiar la meta de inflación.

A Determinantes de la meta de inflación

La tabla (4) muestra los resultados en las estimaciones para la función de reacción de la meta de inflación (ecuación 9). Esta regla de metas de inflación se estima de acuerdo a la metodología de la sección anterior. La columna 1 muestra los resultados de acuerdo al método IV-FE, la columna 2 muestra los resultados de acuerdo al método GMM-dinámico y la columna 3, utilizando la misma metodología, se agregan las dummys de interacción para evaluar si los bancos centrales responden de manera diferente según su tipología de cambiadores de metas de inflación.

Existen dos aspectos metodológicos relevantes. En primer lugar, en este caso solamente se pueden utilizar dos de las dummys. Esto se debe a que, al utilizar 3 dummys, la regresión para los países que nunca han cambiado sus metas no tiene sentido. De esta manera, solamente agregamos las dummys de interacción para los cambiadores tipo escalera (D_E) y para los cambiadores tipo sube y baja (D_{SB}). En segundo lugar, al incluir efectos fijos la meta estacionaria es omitida. Sin embargo, de acuerdo a las ecuaciones de modelo podemos recuperar la relevancia del parámetro que captura los costos de tener una meta distinta a la estacionaria, θ.

La meta de inflación exhibe una significativa inercia, lo cual se ve reflejado en el rezago de la variable dependiente, cuyo rango es desde 0.875 a 0.927. Todos estos coeficientes son altamente significativos (1% de significancia) y menores a uno. Este aspecto - coeficiente de gran magnitud, pero menor a uno, y significancia - se mantiene y es robusto para las dos técnicas de estimación y para la introducción de dummys de interacción. Este resultado se debe a los costos asociados a cambiar las metas de inflación y al hecho de que algunos países bajo metas de inflación han cambiado sus metas.

Table 4: Resultados estimación para la regla de metas de inflación

Método	**Dynamic-GMM**		
Variable dependiente	π_t^T		
Variables independientes			
π_{t-1}^T	0.875***	0.856***	0.927***
	(0.01)	*(0.01)*	*(0.02)*
$\pi_{t+1\|t}$	0.038***	0.057***	0.030**
	(0.01)	*(0.01)*	*(0.02)*
A. Cambiadores escalera: interacción $(D^E \cdot X)$			
π_{t-1}^T			-0.142***
			(0.02)
$\pi_{t+1\|t}$			0.044**
			(0.01)
B. Cambiadores sube y baja: interacción $(D^{SB} \cdot X)$			
π_{t-1}^T			-0.283***
			(0.02)
$\pi_{t+1\|t}$			0.195***
			(0.01)
Observaciones	2116	2116	2116
Países	38	38	38

Los instrumentos utilizados para el rezago de la meta de inflación fueron dos rezagos de la meta de inflación. En paréntesis se muestran los errores estándar de los coeficientes asociados a las estimaciones. $***p < 0.01$, $**p < 0.05$, $*p < 0.1$.

Sin el uso de las dummys, se puede notar que los países bajo metas de inflación han cambiado sus metas. Esto se debe a que el coeficiente de inercia es estadísticamente distinto de 1 y que el rol de las expectativas es positivo y significativo. Es decir, los bancos centrales a la hora de decidir su meta de inflación consideran las expectativas de inflación.

Para explorar si los bancos centrales bajo metas de inflación se comportan distinto, utilizaremos las dummys de cambiadores escalera y de cambiadores sube y baja. La motivación de esto, se debe a que los países cambiadores peldaño y aquellos que nunca han cambiado sus metas han tenido un comportamiento similar.

Los resultados muestran que los bancos centrales responden de manera distinta. Aquellos que nunca

- o pocas veces - han cambiados sus metas de inflación tienen metas de inflación altamente persistentes, cuyo coeficiente es de 0.927. En cambio, aquellos que cambian sus metas de inflación, tienen reglas de metas de inflación con menor peso en la meta previa. Esto se nota en que la dummy de interacción es de -0.142 para las tipo escalera y de -0.283 para los sube y baja. Lo anterior además refleja que estos países han sido aquellos qué más cambian sus metas de inflación.

El rol de las expectativas de inflación es positivo y significativo para la determinación de las metas de inflación. Aquellos que nunca o pocas veces han cambiado sus metas, han reaccionado, en contadas ocasiones, a esta variable. Esto se muestra en el tamaño del coeficiente. En cambio, aquellos que han utilizado las metas más activamente como un pseudo instrumento, reaccionan más agresivamente a las expectativas de inflación. En particular, aquellos que son cambiadores tipo sube y bajo tienen una dummy de interacción de 0.195, mostranto un comportamiento agresivo ante shocks inflacionarios. Este resultado se debe a que dichos países son aquellos que se han acomodado a los shocks inflacionarios. Los cambiadores tipo escalera, también responden más a las expectativas de inflación con una dummy de interacción igual a 0.044. La menor dummy de interacción entre ambos grupos se debe a que el grupo escalera ha utilizado la meta de inflación para alcanzar su meta estacionaria, por lo que debería tener un mayor rol la meta estacionaria.

Con los resultados previos y utilizando la regla de metas de inflación, se posible recuperar los parámetros de costos asociados a estar fuera de la meta estacionaria y el costo de cambiar las metas. La tabla (5) muestra los distintos costos para los distintos cambiadores de metas de inflación. Análogamente, agrupamos aquellos que nunca han cambiado sus metas con aquellos que las han cambiado pocas veces.

Table 5: Parámetros de costos

Parámetro	**Tipología de cambiadores**		
	No cambiadores y cambiadores peldaños	**Cambiadores escalera**	**Cambiadores sube y baja**
φ	31.99	10.76	2.88
θ	1.49	1.94	0.6
$\frac{\varphi}{\theta}$	21.32	5.55	4.8

Estos parámetros son coherentes con la evidencia empírica y con la intuición del modelo teórico. Existen dos aspectos relevantes a considerar. En primer lugar, el parámetro de costos de cambiar la meta (φ) es relativamente grande en comparación a la relevancia de los desvíos de inflación. Esto explica por qué los bancos centrales han cambiado sus metas en tiempos anormales u ocasionalmente. Como es esperable, aquellos países que nunca han cambiado sus metas de inflación tienen enormes costos de cambiar su meta de inflación. Por otro lado, cambiadores tipo sube y baja, son aquellos con menores costos de cambiar sus metas de inflación, lo cual es coherente con un uso más activo de las metas de inflación como pseudo instrumento. Análogamente, los cambiadores tipo escalera tienen menos costos de cambiar la meta que aquellos que nunca han cambiado su meta y mayores que aquellos tipo sube y baja. Esto explica porque el largo de los peldaños de la escalera son períodos largos en algunos casos.

En segundo lugar, el parámetro de tener una meta de inflación distinta a la meta estacionaria (θ) es relativamente alto en comparación a la relevancia de los desvíos de inflación, pero menores a los costos de cambiar la meta de inflación. Esto es coherente y explica el por qué es razonable que los países tiendan a alcanzar su meta estacionaria y existan algunos países que no han convergido aún a sus metas estacionarias. Aquellos cambiadores tipo escalera - que han utilizado sus metas, incluso explícitamente, para alcanzar la meta estacionaria - tiene una mayores costos de tener una meta distinta a la estacionaria. Producto de esto, la gran mayoría de estos países han convergido rápidamente a su meta estacionaria. Por otro lado, aquellos cambiadores tipo sube y baja tienen menores costos de tener una meta distinta a la estacionaria. Esto explica porque estos países - como Brasil, Ghana, entre otros - aún no han convergido a su meta estacionaria y se mantienen con metas relativamente altas.

B Interacción entre la TPM y la meta de inflación

La tabla (13) muestra los resultados de las estimaciones para la regla de tasa de política monetaria. Las primera columna muestra los resultados de la estimación bajo el método IV-FE y las siguientes dos columnas muestran los resultados de la estimación bajo GMM-dinámico. La última columna, muestra los efectos de las dummys por cada grupo de cambiador de meta de inflación. Los resultados son similares, en cuanto a magnitud y significancia, al trabajo de Muñoz y Schmidt-Hebbel (2013).

La tasa de política monetaria exhibe una significativa inercia, lo cual se ve reflejado en el rezago de la variable dependiente, cuyo rango es desde 0.837 a 0.897. Todos estos coeficientes son altamente significativos (1% de significancia). Este aspecto - coeficiente de gran magnitud y significancia - es robusto para las dos técnicas de estimación y para la introducción de dummys de interacción. Esto se debe al objetivo de los bancos centrales a suavizar los movimientos de la TPM (Woodford, 2001; Woodford, 2003a).

El coeficiente del nivel de inflación inflación es positivo y significativo. Un aspecto notable es que bajo la estimación de IV-FE el coeficiente es de menor magnitud que bajo la estimación de GMM-dinámico. Esto se debe al sesgo de muestra finita que tiene este método de estimación en relación al otro método de estimación. El hecho de que el nivel de inflación tenga un parámetro significativo y positivo, implica que los bancos centrales reaccionan a esta variable, capturando el hecho de que mayores niveles actuales de inflación pueden reflejar mayores expectativas de inflación. De esta manera, los bancos centrales reaccionan para velar por su objetivo de estabilidad de precios.

Análogamente, el coeficiente de brecha de producto es altamente significativo y positivo. Este hecho refuerza la idea de que los bancos centrales bajo metas de inflación tienen objetivos múltiples. Es decir, al momento de realizar política monetaria, no se enfocan únicamente en los niveles de inflación actuales y futuros, sino que de otras variables, como la brecha de producto.

La variable de mayor magnitud es el término que captura la diferencia entre las expectativas de inflación y la meta de inflación. Esto refleja que los bancos centrales bajo metas de inflación le dan mayor enfasis - casi dos veces - a las expectativas de inflación por sobre los niveles actuales de inflación cuando toman decisiones de política monetaria (Hammond, 2012; Carrasco y Schmidt-Hebbel, 2016). Dada la estructura de rezagos del modelo, el caracter forward-looking es relevante en las decisiones de política monetaria. Esto se debe a que el banco central puede afectar las variables futuras, sin poder afectar las variables actuales (variables de estado).

La incorporación de dummys de interacción nos permite estudiar si los bancos centrales bajo metas de inflación, de acuerdo a su tipología de cambiadores de metas de inflación, reaccionan distinto a la hora de hacer política monetaria. Los bancos centrales que cambian sus metas de inflación, deciden conjuntamente la trayectoria de la TPM y de la meta de inflación. Al hacerlo deben decidir entre trayectorias más agresivas de TPM con metas de inflación relativamente constantes o trayectorias menos agresivas utilizando la meta de inflación como un pseudo-instrumento. Los resultados de esto, se detallan en la tercera columna de la tabla (6).

Utilizando los resultados de la regresión es notable que todos los sentidos y significancias de los resultados previos se mantienen. Es decir, aquellos países bajo metas de inflación que nunca han cambiado su metas tienen reglas de política monetaria altamente persistentes, responden de manera similar y positiva a las variables actuales (brecha de producto e inflación) y reaccionan más fuertemente a los desvíos esperados de la inflación respecto de la meta de inflación que los demás bancos centrales bajo MI. Esto se debe a que estos países, al no cambiar sus metas de inflación, responden únicamente a través de la TPM. Sin embargo, no todos los bancos centrales bajo metas de inflación actúan de manera similar.

Aquellos cambiadores tipo peldaño actúan de la misma manera que los bancos centrales que nunca han cambiado su meta de inflación. Este resultado es intuitivo, debido a que estos países en la práctica han cambiado 1 o 2 veces su meta estacionaria, actuando de la misma manera que aquellos que nunca

Table 6: Resultados estimación de la regla de tasa de política monetaria

Método	**IV-FE**	**GMM-dinámico**	
Variable dependiente		i_t	
Variables independientes			
i_{t-1}	0.897***	0.852***	0.837***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)
π_t	0.031***	0.088***	0.084***
	(0.01)	(0.01)	(0.02)
$y_t - y^*$	0.069***	0.094***	0.112***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$	0.122***	0.169***	0.210***
	(0.01)	(0.02)	(0.02)
A. Cambiadores peldaño: interacción $(D^P \cdot X)$			
i_{t-1}			-0.016
			(0.03)
π_t			-0.006
			(0.06)
$y_t - y^*$			0.031
			(0.02)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$			-0.124
			(0.11)
B. Cambiadores escalera: interacción $(D^E \cdot X)$			
i_{t-1}			-0.005
			(0.02)
π_t			0.034
			(0.03)
$y_t - y^*$			-0.068***
			(0.02)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$			-0.079**
			(0.03)
C. Cambiadores sube y baja: interacción $(D^{SB} \cdot X)$			
i_{t-1}			0.024
			(0.02)
π_t			0.011
			(0.03)
$y_t - y^*$			-0.027
			(0.02)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$			-0.061*
			(0.03)
Observaciones	1900	1898	1898
Países	38	38	38

Los instrumentos utilizados para el rezago de la meta de inflación fueron dos rezagos de la meta de inflación. En paréntesis se muestran los errores estándar de los coeficientes asociados a las estimaciones. $***p < 0.01$, $**p < 0.05$, $*p < 0.1$.

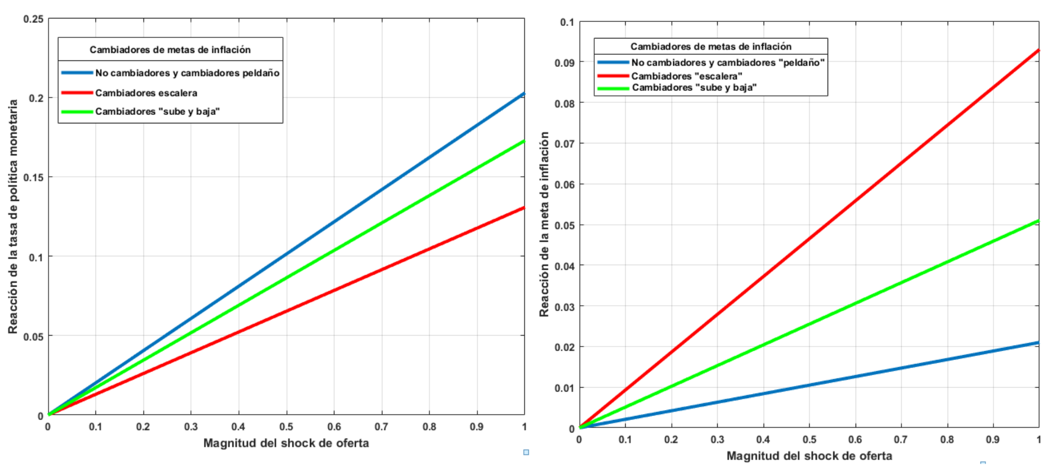
han cambiado la meta de inflación. Esto se puede ver en que ninguna de las dummys interactivas son significativas. Además, todos los bancos centrales bajo MI presentan el mismo comportamiento respecto de la persistencia de sus TPM y a su respuesta del nivel de inflación. Esto se debe al objetivo suavizador de las TPM y a su focalización a variables futuras.

Respecto a aquellos bancos centrales que han cambiado sus metas - cambiadores escalera y cambiadores sube y baja - tienen un comportamiento distinto a la hora de hacer política monetaria a través de la TPM. La diferencia se debe principalmente a la reacción en las variables del producto y en las variable de desvíos esperados de la inflación respecto de la meta de inflación.

En primer lugar, estos bancos centrales responden menos agresivamente a las diferencias esperadas de la inflación respecto de la meta. Este resultado se debe a que utilizan la meta de inflación como un pseudo instrumento de política monetaria que les permite responder menos agresivamente. Es decir, suavizan los costos de su respuesta de política monetaria en sus dos instrumentos. En segundo lugar, aquellos bancos centrales cambiadores tipo escalera tienen una menor respuesta a la brecha de producto. Esto se debe a que estos países - típicamente con niveles iniciales de inflación elevados - han utilizado sus cambios de metas para converger, tanto en su nivel de meta y nivel de inflación - a su nivel estacionario. De esta manera, responder menos agresivamente a variables de producto y más a variables inflacionarias.

La figura (3) muestra la respuesta de la TPM y de la meta de inflación ante un shock inflacionario. Este resultado es acorde al modelo teórico presentado anteriormente. Los bancos centrales que han cambiado sus metas de inflación activamente - cambiadores escalera y cambiadores sube y baja - responden de manera menos agresiva a través de su TPM y más activamente a través de su meta de inflación.

Figure 3: **Interacción entre la TPM y la meta de inflación**



C Probabilidad de cambiar las metas de inflación

Los resultados de la estimación de la ecuación (22) se presentan en la tabla (7). Como es tradicional en las estimaciones de variables binarias, se añaden secuencialmente las variables independientes.

Los resultados esperados se motivan de acuerdo al modelo presentado previamente. Este modelo entrega la siguiente ecuación para los cambios en la meta de inflación,

$$\Delta\pi^T = \frac{(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*)}{1 + \varphi + \theta}$$

Notar que desvíos esperados de la inflación deberían generar un efecto positivo en la probabilidad de cambiar las metas de inflación (por ejemplo, desvíos positivos presionan un aumento de meta de inflación). La distancia respecto de la meta estacionaria tambien debería generar un efecto positivo en la probabilidad de cambiar las metas de inflación. Mayores distancias, generan presiones a disminuir las metas de inflación hacia la meta estacionaria.

La estructura de costos asociada es una estructura teórica. Si se asume que $\tilde{\varphi} = f(t,T) \cdot \varphi$ en donde t es el tiempo sin cambiar las metas de inflación, T es el indicador de transparencia y $f(\cdot)$ es una función aditivamente separable entre ambos se obtiene que los cambios en la meta de inflación son

$$\Delta\pi^T = \frac{(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*)}{1 + f(t,T) \cdot \varphi + \theta}$$

En la medida que $f_t(t,T) > 0$ y $f_T(t,T) > 0$, es decir el costo sea creciente en ambos argumentos, se tiene que los cambios en las metas de inflación deberían ser menos probables.

Los resultados de la tabla (7) nos revelan únicamente el sentido en la probabilidad de cambiar la meta de inflación de acuerdo a las variables independientes. Los desvíos esperados de la inflación respecto de la meta son significativos y aumentan la probabilidad de cambiar la meta de inflación (Tabla 7, fila 1). Esto se debe al hecho de que a través de la meta de inflación los bancos centrales se pueden acomodar al shock inflacionario. La distancia respecto a la meta estacionaria (Tabla 7, fila 2) también es significativa y aumenta la probabilidad de cambiar las metas de inflación. Esto refleja el hecho de que los países buscan converger a su meta estacionaria.

Los resultados apoyan el hecho de que $f_t' > 0$ y $f_T' > 0$. Respecto del tiempo en no cambiar las metas de inflación y el indicador de transparencia afectan negativamente la probabilidad de cambiar las metas de inflación y ambos son significativos. Esto se debe a que a mayor tiempo de no cambiar las metas de inflación existe un mayor costo de cambiar la meta de inflación. Análogamente, países con mayor nivel de transparencia tienen menor probabilidad de cambiar las metas de inflación. Esto se justifica en el hecho de que una puede interpretar el costo de cambiar las metas como costos de credibilidad. Debido a esto, estos bancos centrales pierden más a la hora de modificar sus metas de inflación.

Table 7: Determinantes en la probabilidad de cambiar la meta de inflación

Variable dependiente Variables independientes	$Prob(\triangle\pi^T = 1)$			
$(\pi^T - \pi^*)$	0.140*** *(0.03)*	0.159*** (0.03)	0.111*** (0.03)	0.063** (0.01)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$		0.095*** (0.03)	0.070*** (0.01)	0.072*** (0.02)
Tiempo sin cambiar las metas			-0.026*** (0.01)	-0.021*** (0.01)
Transparencia				-0.081** (0.02)
Observaciones	2045	2045	2045	1841
Países	38	38	38	34

La tabla anterior solamente muestra el sentido de los cambios. Para encontrar una medida del efecto marginal de cada una de las variables, se calculan las probabilidades marginales de acuerdo al método Delta evalúando en el promedio de las variables. La tabla (8) muestra el efecto marginal de cada una de las variables en la probabilidad de cambiar las metas de inflación.

Table 8: Efectos marginales promedios

Efectos marginales promedios Variables independientes	$\Phi'(X'\beta)X$			
$(\pi^T - \pi^*)$	0.010*** (0.01)	0.010*** (0.01)	0.008*** (0.01)	0.004* (0.01)
$(\pi_{t+1\|t} - \pi^T_{t+1})$		0.007*** (0.01)	0.005** (0.01)	0.005** (0.00)
Tiempo sin cambiar las metas			-0.002*** (0.00)	-0.001** (0.00)
Transparencia				-0.005* (0.00)
Observaciones	2045	2045	2045	1841
Países	38	38	38	34

Los determinantes de mayor incidencia en la probabilidad de cambiar la meta de inflación son los desvíos esperados de la inflación respecto de la meta de inflación y la distancia respecto de la meta estacionaria. De esta manera, cambios marginales de estas variables, i.e un aumento marginal en el desvío esperado de la inflación, aumentan la probabilidad en un 1% de cambiar las metas de inflación (columna 2). Por otro lado, por cada trimestre que pasa sin cambiar las metas de inflación existe un 0.1% de probabilidad menos de cambiarla. Análogamente, aumentos en el índice de transparencia generan una menor probabilidad de cambiar la meta de inflación en un 0.5%.

VI Discusión

El régimen de metas de inflación se puede interpretar en un esquema de agente-principal. Bajo este esquema, la sociedad (el principal) delega la política monetaria al banco central (el agente) (Rogoff, 1985; Svensson, 2003; Chortareas y Miller, 2003).

La sociedad, puede comprometerse con los objetivos del banco central, por ejemplo, en forma de una función de pérdida sobre los resultados macroeconómicos. Más precisamente, la delegación de la política monetaria tiene tres componentes: (1) la sociedad asigna una función de pérdida al banco central, (2) el banco central tiene independencia, operacional y de instrumentos, para minimizar la función de pérdida asignada sin interferencia del gobierno u otros intereses, y (3) el banco central es responsable de minimizar la función de pérdida asignada. De esta manera, bajo esta delegación, el banco central recibe independencia operacional y de instrumento en lugar de independencia del objetivo (Debelle y Fischer, 1994).

Resulta relevante considerar este esquema debido a que este modelo permite que el banco central modifique sus preferencias a la hora de cambiar su meta de inflación. Argumentos a favor de esto, se basan en el hecho de que los países al cambiar sus metas cambian sus preferencias a dichas metas debido a la rendición de cuentas. Además, la tabla 1 (columna 5) enumera 6 trabajos que incluyen el término $(i_t - i_{t-1})^2$. Dichos trabajos, también permiten que el banco central cambie sus tasa de política monetaria y sus preferencias en el mismo sentido de este trabajo.

En orden de aproximarse a un esquema de agente - principal , suponga que la sociedad tiene la siguiente función de pérdida (Svensson, 1997b; Woodford, 2003a)

$$L^S = \frac{1}{2}\left((\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda(y_t - y^*)^2\right) \tag{23}$$

donde π es la tasa de inflación, y_t es el producto, π^* es la tasa de inflación socialmente óptima (o meta estacionaria) e y^* es el producto socialemente óptimo.

La sociedad, le delega la conducción de la política monetaria al banco central a través de un régimen de metas de inflación y una función de pérdida L^{BC},

$$L_t^{BC} = \frac{1}{2}\left[(\pi_t - \pi_t^b)^2 + \phi(i_t - i_{t-1})^2 + \lambda(y_t - y^*)^2 + \varphi(\pi_t^b - \pi_{t-1}^b)^2 + \theta(\pi_t^b - \pi^*)^2\right] \tag{24}$$

cuya meta de inflación π_t^b es la meta anunciada que puede diferir de la meta estacionaria (Svensson, 1997a). De esta manera, un banco central bajo MI implica que el objetivo del banco central en el período t es escoger una secuencia tasas de política monetaria ($\{i_s\}_{s=t}^{\infty}$) y metas de inflación ($\{\pi_s^b\}_{s=t}^{\infty}$) tal que minimicen

$$\mathbb{E}_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \beta^{\tau-t} L_t(\pi_\tau, \pi_\tau^b, \pi_{b-1}^T, \pi^*, y_\tau, y^*)$$

Al resolver el modelo utilizando las ecuaciones (1)-(4), se tiene la siguiente proposición.

Proposición 7 *El valor óptimo de la función de pérdidas del banco central L^{BC} converge a la función de pérdidas de la sociedad L^S. Es decir,*

$$\lim_{t\to\infty} L^{BC} = L^S$$

De esta manera, la función de pérdidas del banco central, en el largo plazo, corresponde a una aproximación cuadrática de la maximización de utilidad esperada de un consumidor representativo.

De esta manera, este modelo se aproxima a un ambiente agente-principal, en donde la sociedad le entrega una función de pérdida al agente (banco central) dotado de independecia de objetivo y de instrumento. Estos dos tipos de independencias le permiten al agente (banco central) cambiar sus preferencias de corto y mediano plazo, pero en el largo plazo, se converge a la misma función de pérdida de del principal.

VII Conclusión

La mayoría de los bancos centrales bajo el régimen de metas de inflación (MI) han cambiado su meta de inflación. El sentido y la trayectoria de los cambios es particular a cada economía. La literatura de MI no ha estudiado los determinantes en los cambios de la meta de inflación. Este trabajo permite conocer algunos aspectos de los cambios en las metas de inflación.

Este trabajo extiende los modelos previos utilizados en línea a Svensson (1997b), en los siguientes dos aspectos: (i) la meta de inflación es endógena, permitiendo al banco central la opción de cambiar su meta de inflación en el tiempo, y (ii) encuentra la solución en forma cerrada para ambos a pesar de utilizar una función de pérdida extendida a múltiples objetivos. Esta solución nos permite realizar un ejercicio empírico para encontrar los determinantes en los cambios de la meta de inflación.

Existen cuatro categorías de países bajo MI de acuerdo a sus cambios en la meta: (a) los países que nunca han cambiado su meta de inflación; (b) los países que una o dos veces han cambiado su meta estacionaria (tipo peldaño); (c) los países que en forma monotónica o casi monotónica reducen sus metas hasta alcanzar un valor estacionario (tipo escalera); y (d) los países que cambian sus metas, frecuentemente porque enfrentan desviaciones inflacionarias significativas (tipo sube y baja).

A través de la estimación de la regla de TPM por medio de un panel dinámico se encuentra que los bancos centrales bajo metas de inflación responden más agresivamente a los desvíos futuros. Además, los bancos centrales responden a otras variables distintas a variables de inflación, como el crecimiento del producto respecto de su nivel tendencial. De acuerdo a la categoría de cambiadores, aquellos bancos centrales tipo escalera y tipo sube y baja responden menos agresivamente a desvíos futuros de la inflación respecto de la meta de inflación. Esto se debe a que los bancos centrales bajo MI suavizan el uso de su instrumento principal, la TPM , a través de la meta de inflación. Aquellos bancos centrales que han cambiado una o hasta dos veces su meta de inflación, se comportan de igual manera que aquellos que nunca han cambiado su meta de inflación.

A la hora de determinar sus metas de inflación, los bancos centrales consideran dos costos. El costo de modificar la meta de inflación, el cual empíricamente se ve reflejado en la persistencia del coeficiente de la meta previa, y el costo de tener una meta de inflación distinta a la estacionaria. Aquellos bancos centrales que nunca han cambiado - o hasta dos veces - tienen enormes costos de cambiar la meta de inflación. Por otro lado, aquellos bancos centrales que más activamente han cambiado sus metas de inflación - tipo escalera y tipo sube y baja - enfrentan menores costos de cambiar la meta de inflación. Sin embargo, los cambiadores tipo escalera tienen un mayor costo de tener metas distintas al estacionaria lo cual se refleja en el hecho de que han convergido a dichas metas a diferencia de los cambiadores sube y baja.

Este trabajo muestra que existen al menos cuatro determinantes en la probabilidad de cambiar las metas de inflación. De estos, los desvíos esperados de la inflación respecto de la meta de inflación y la distancia relativa de la meta de inflación respecto de la meta estacionaria afectan positivamente la probabilidad de cambiar la meta de inflación. El rol de los desvíos esperados de la inflación revela el rol de la meta de inflación como un pseudo instrumento de política monetaria - i.e los bancos centrales cambian sus metas para realizar política monetaria acomodativa. Por otro lado, el rol de la distancia de la meta de inflación respecto de la meta estacionaria revela el objetivo de los bancos centrales bajo MI por converger a su meta estacionaria.

Los costos que enfrentan los bancos centrales a la hora de modificar sus metas de inflación no han sido investigados. En orden de explicar algunos aspectos de los costos este trabajo revela el rol de dos aspectos:

el tiempo sin modificar la meta de inflación y la calidad de las instituciones a través de una medida de transparencia (Dincer y Eichengreen, 2014). Este trabajo muestra que a medida que pase el tiempo sin cambiar la meta de inflación los bancos centrales son más reacios a cambiar sus metas de inflación. Este refleja el hecho de que los costos de modificar la meta de inflación son crecientes en el tiempo en el cual la meta de inflación no ha sido modificada. Además, aquellos bancos centrales más transparentes son más reacios a cambiar sus metas de inflación porque enfrentan mayores costos de crédibilidad - tienen más que perder - en comparación a bancos centrales menos transparentes.

References

[1] **Adolfson, M.,Laseen, S., Lindé, J y L. Svensson.** 2014. "Monetary Policy Trade-Offs in an Estimated Open-Economy DSGE Model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 42(C): 33-49.

[2] Barbieri, L. 2009. "Panel Unit Root Tests under Cross-sectional Dependence: An Overview", *Journal of Statistics: Advances in Theory and Applications*, 1(2): 117-58.

[3] **Barro, R. y D. Gordon.** 1983. "A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural Rate Model Rate Model", *Journal of Political Economy*, 91(4): 589-610.

[4] **Benveniste, L. y J. Scheinkman.** 1979. "On the Differentiability of the Value Function in Dynamic Models of Economics", *Econometrica* 47(3): 727-32.

[5] **Blinder, A.** 2000. "Central-Bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?", *American Economic Review*, 90 (5): 1421-31.

[6] **Bleich, D., Fendel, R. y J.Rulke.** 2012. "Inflation Targeting Makes the Difference: Novel Evidence on Inflation Stabilization", *Journal of International Money and Finance*, 31(5): 1092-1105.

[7] **Capistran, C. y M. Ramos-Francia.** 2010. "Does Inflation Targeting Affect the Dispersion of Inflation Expectations?", *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(1): 113-34.

[8] **Carrasco, M. y K. Schmidt-Hebbel.** 2016. "The Past and Future of Inflation Targeting: Implications for Emerging-Market and Developing Economies", en C. Ghate y K. Kletzer (eds.): Monetary Policy in India: A Modern Macroeconomic Perspective, Springer, 2016.

[9] **Choi, I.** 2001. "Unit Root Tests for Panel Data", *Journal of International Money and Finance*, 20(2): 249-72.

[10] **Christiano, L, Eichenbaum, M. y C. Evans**. 2005. "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, 113(1): 1-45.

[11] **Chortareas, G. y S. Miller.** 2003. "Monetary Policy Delegation, Contract Costs, and Contract Targets," *Bulletin of Economic Research,* 47(2): 727-32.

[12] **Clarida, R., Galí, J., y M. Gertler.** 1999. "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective," *Journal of Economic Literature,* 37(3): 1661-1707.

[13] **Coibion, O., Gorodnichenko, Y. y J. Wieland.** 2012. "The Optimal Inflation Rate in New Keynesian Models: Should Central Banks Raise their Inflation Targets in Light of the ZLB?", *Review of Economic Studies,* 79(4): 1371-1406.

[14] **Cukierman, A.** 1996. "Why Does the Fed Smooth Interest Rates?", en *Monetary Policy on the 75th Anniversary of the Federal Reserve System*, M. Belognia (ed), Boston: Kluwer Academic Publishers, 111-147.

[15] **Dincer, N., y B. Eichengreen.** 2014. "Central Bank Transparency and Independence: Updates and New Measures", *International Journal of Central Banking*, 10(1): 189-253.

[16] **Ferreira, H. y J. de Guimaraes.** 2009. "Inflation Targeting Credibility and Reputation: The Consequences for the Interest Rate", *Economic Modelling*, 26(6): 1228-38.

[17] **Friedman, M. 1960.** "The Lag in Effect of Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, 69(2): 447-77.

[18] **Friedman, M. y A. Schwartz.** 1960. "A Monetary History of the United States, 1867-1960", *NBER Books*, National Bureau of Economic Research.

[19] **Fontana, G.** 2011. "The Role of Money and Interest Rates in the Theory of Monetary Policy: An Attempt at Perspective", *Journal of History of Economic*, 19(3): 113-34.

[20] **Im, K., Pesaran, M. y Y. Shin.** 2003. "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 115(1): 53-74.

[21] **IMF.** 2017. "Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions", International Monetary Fund.

[22] **Kamber, G., Karagedikli, I. y C.Smith**. 2015. "Applying an Inflation-Targeting Lens to Macroprodential Policy "Institutions", *International Journal of Central Banking*, 11(4): 395-429.

[23] **Kydland, F. and E. Presscott.** 1977. "Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plan," *Journal of Political Economy*, 85(3): 473-90.

[24] **Hammond, G.** 2012. "State of the Art of Inflation Targeting?", *Centre for Central Banking Studies*, Handbook N° 29.

[25] **Lansing, K. y B. Trehan.** 2003. "Forward-looking Behavior and Optimal Discretionary Monetary Policy", *Economics Letters*, 81(2): 249-56.

[26] **Leiderman, L. y L. Svensson.** 1995. "Inflation Targets", *The Economic Journal*, 107(440): 211-13.

[27] **Li, S. y H. Spencer.** 2016. "Effectiveness of Fiscal Stimulus Package: A DSGE Analysis", *Economic Record*, 92(2): 122-37.

[28] **Lin, S. y H. Ye.** 2007. "Does Inflation Targeting Really Make a Difference? Evaluating the Treatment Effect of Inflation Targeting in Seven Industrial Countries", *Journal of Monetary Economics*, 54(8): 2521-33.

[29] **Lindé, J.** 2018. "DSGE models: Still Useful in Policy Analysis?", *Oxford Review of Economic Policy*, 34(2): 269-86.

[30] **Mankiw, G.** 2001. "The Inexorable and Mysterious Tradeoff between Inflation and Unemployment", *The Economic Journal*, 111(471): 45-61.

[31] **Medina, J. and R. Valdés.** 2002a. "Optimal MOnetary Policy Rules when the Current Account Matters," en: Norman Loayza y Klaus Schmidt-Hebbel (eds): Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms. Santiago: Banco Central de Chile.

[32] **Medina, J. y R. Valdés.** 2002b. "Optimal Monetary Policy Rules under Inflation Range Targeting", en: Norman Loayza y Klaus Schmidt-Hebbel (eds): Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms. Santiago: Banco Central de Chile.

[33] **Mishkin, F. y K. Schmidt-Hebbel.** 2007. "Does Inflation Targeting Make a Difference?", en: F. Mishkin, N. Loayza, y K. Schmidt-Hebbel (eds): Monetary Policy under Inflation Targeting. Santiago: Banco Central de Chile.

[34] **Muñoz, F. y K. Schmidt-Hebbel.** 2013. "Do the World's Central Banks react to Financial Markets?," *manuscript*, Instituto de Economia, Pontificia Universidad Católica de Chile.

[35] **Nobay, R. y D. Peel.** 2003. "Optimal Discretionary Monetary Policy in a Model of Asymmetric Central Bank Preferences", *The Economic Journal*, 113(4): 657-65.

[36] **Rogoff, K.** 1985. "The Optimal Degree of Commitment to an Intermediate Monetary Target," *Quarterly Journal of Economics*, 100(2): 1169-89.

[37] **Rudebusch, G. y L. Svensson.** 1999. "Policy Rules for Inflation Targeting", en John B. Taylor (ed.), Monetary Policy Rules, (Chicago: Chicago University Press), 203-46.

[38] **Rudebusch, G.** 2002. "Assessing Nominal Income Rules for Monetary Policy with Model and Data Uncertainty", *The Economic Journal*, 112(479): 402-32.

[39] **Ruge-Murcia, F.** 2003. "Inflation Targeting under Asymmetric Preferences", *Journal of Money, Credit and Banking*, 35(5): 763-85.

[40] **Segal, G.** 2017. "To Respond or Not to Respond: Measures of the Output Gap in Theory and in Practice," *International Journal of Central Banking*, 13(2): 73-120.

[41] **Smets, F. y R. Wouters.** 2003. "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area", *Journal of the European Economic Association*, 1(5): 1123-75.

[42] **Smith, R. y A. Fuertes.** 2007. "Panel Time Series", *Centre for Microdata Methods and Practice (cemmap) mimeo.*

[43] **Stock, J. y M. Watson**. 2001. "VAR models in macroeconomic research", *Journal of Economic Perspectives*, 15(4): 101-15.

[44] **Surico, P.** 2003. "Asymmetric Reaction Functions for the Euro Area", *Oxford Review of Economic Policy*, 19(1): 44-57.

[45] **Svensson, L.** 1997a. "Optimal Inflation Targets, Conservative Central Banks, and Linear Inflation Contracts," *American Economic Review*, 87(1): 98-114.

[46] **Svensson, L.** 1997b. "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets," *European Economic Review*, 41(6): 1111-46.

[47] **Svensson, L.** 1997c. "Inflation Targeting: Some Extension", *Scandinavian Journal of Economics*, 101(1): 337-61.

[48] **Svensson, L.** 1998. "Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule", *Journal of Monetary Economics* 43(2): 607-54.

[49] **Svensson, L.** 2000. "Open-economy inflation targeting", *Journal of International Economics*, 50(1): 155-83.

[50] **Svensson, L.** 2003a. "What Is Wrong with Taylor Rules? Using Judgment in Monetary Policy through Targeting Rules", *Journal of Economic Literature*, 41(2): 426-77.

[51] **Svensson, L.** 2003b. "The Inflation Forecast and the Loss Function",

[52] **Svensson, L. y N. Williams.** 2008. "Optimal Monetary Policy under Uncertainty: A Markov Jump-Linear-Quadratic Approach", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 90(4): 275-93.

[53] **Taylor, J.** 1993. "Microeconomic Rigidities and Aggregate Price Dynamics," *European Economic Review*, 37(4): 714-717.

[54] **Taylor, J.** 1999. "A Historical Analysis of Monetary Policy Rules", *National Bureau of Economic Research*, 31(2): 319-348

[55] **Vines, D. y S. Wills.** 2018. The Rebuilding Macroeconomic Theory Project: An Analytical Assessment", *Oxford Review of Economic Policy*, 34 (2): 1-42.

[56] **Woodford, M.** 2001. “The Taylor Rule and Optimal Monetary Policy”, *American Economic Review*, 91(2): 232-37.

[57] **Woodford, M.** 2002. “Inflation Stabilization and Welfare”, *Journal of Macroeconomics*, 2(1): 1-53.

[58] **Woodford, M.** 2003a. “Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy”, *Princeton, Princeton University Press.*

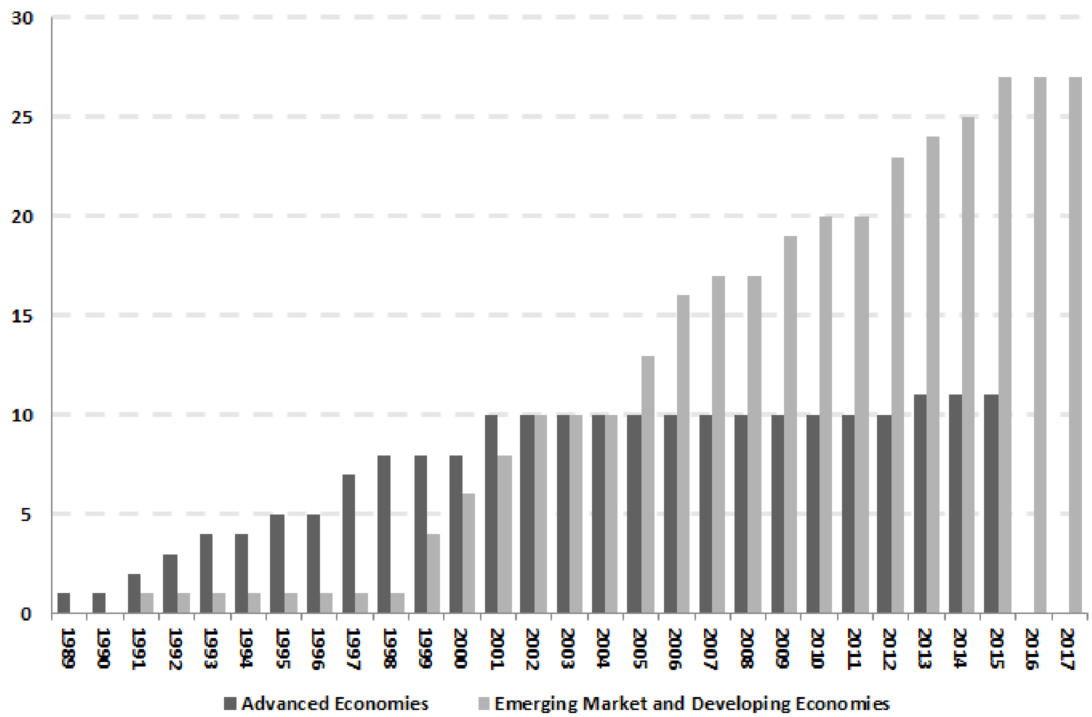
[59] **Woodford, M.** 2003b. “Optimal Interest-Rate Smoothing”, *The Review of Economic Studies*, 70 (4): 861-86.

[60] **Yuan, H. y S. Miller.** 2009. “Implementing Optimal Monetary Policy: Objectives and Rules”, *Economic Modelling*, 27(3): 737-45.

VIII Anexos

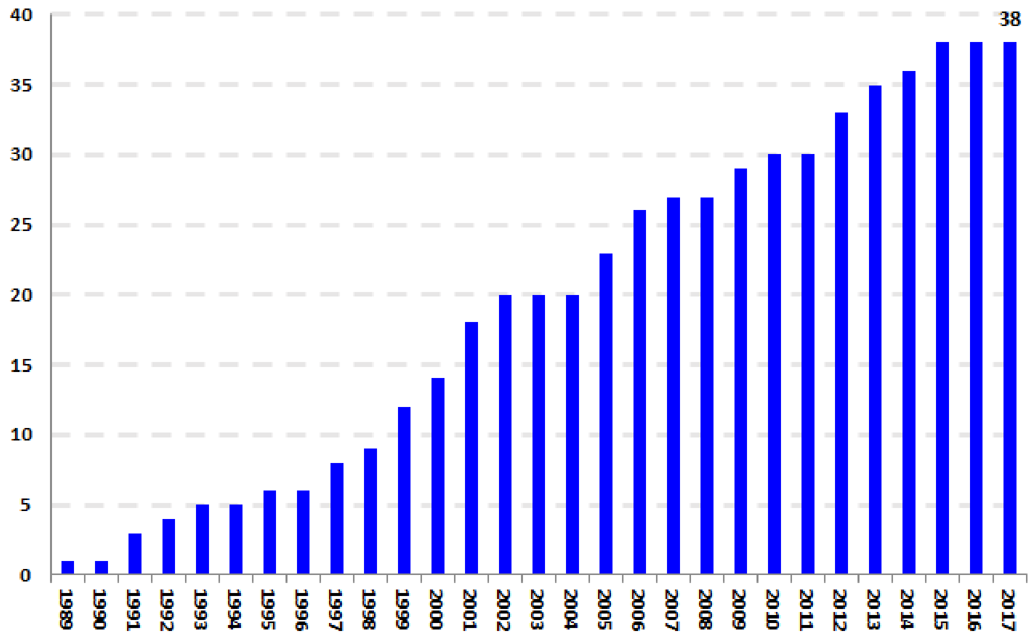
A Figuras y tablas

Figure 4: **Número de economías avanzadas y economías emergentes bajo MI, 1989-2017**



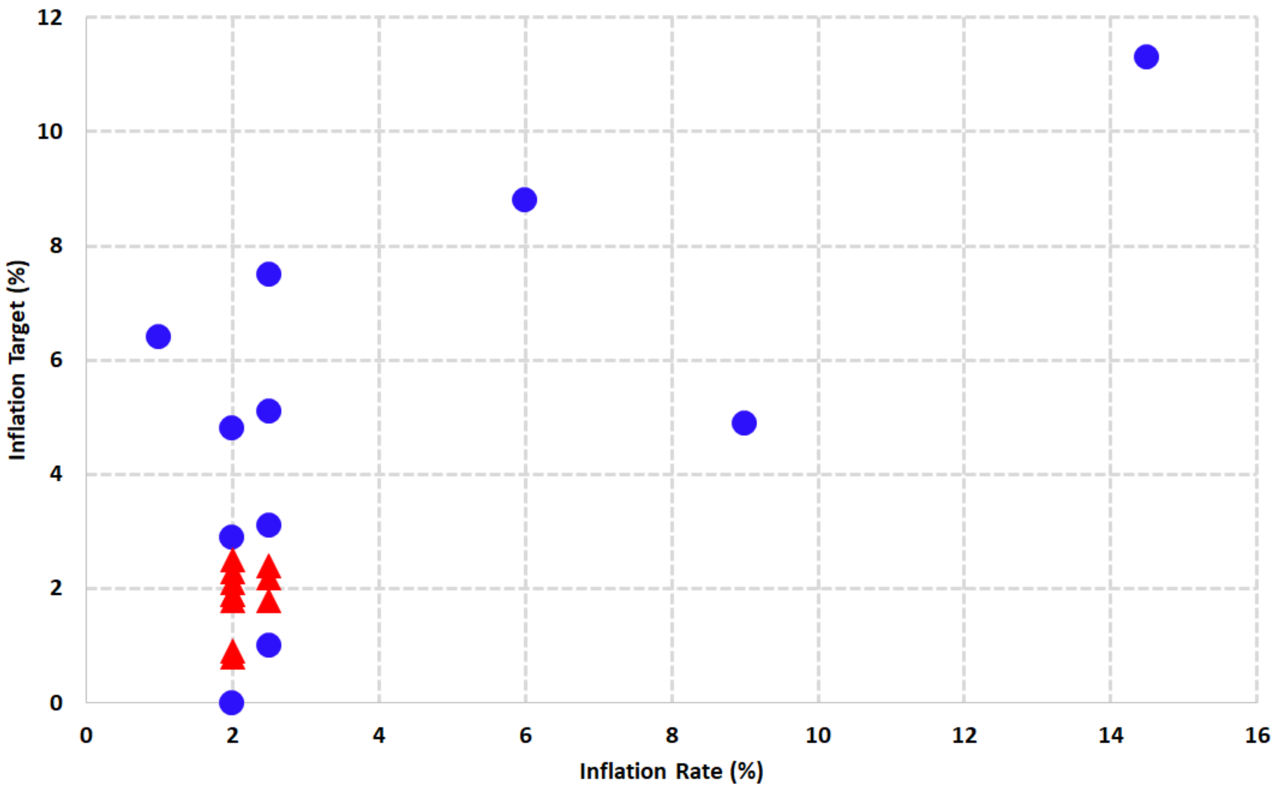
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 5: **Número de países bajo MI, 1989-2017**



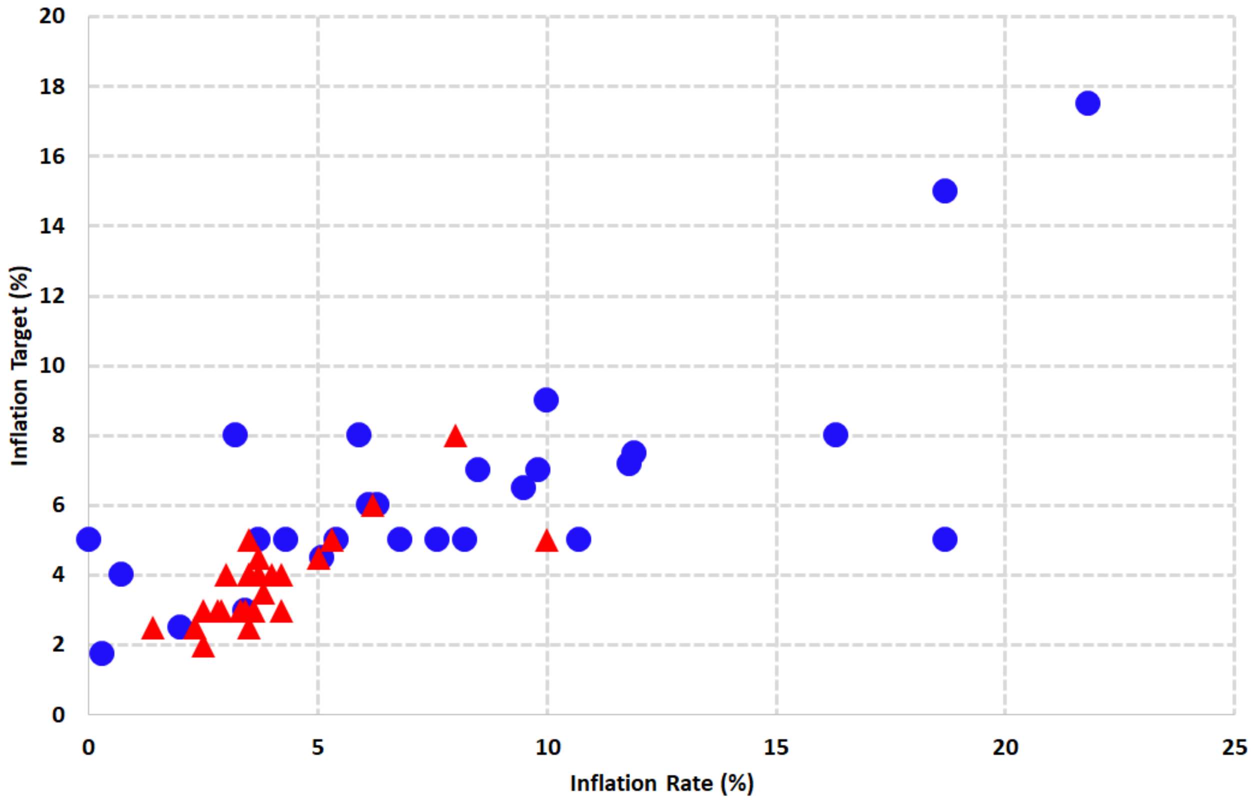
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 6: **Evolución de las metas de inflación para las economías avanzadas, 1989-2017**



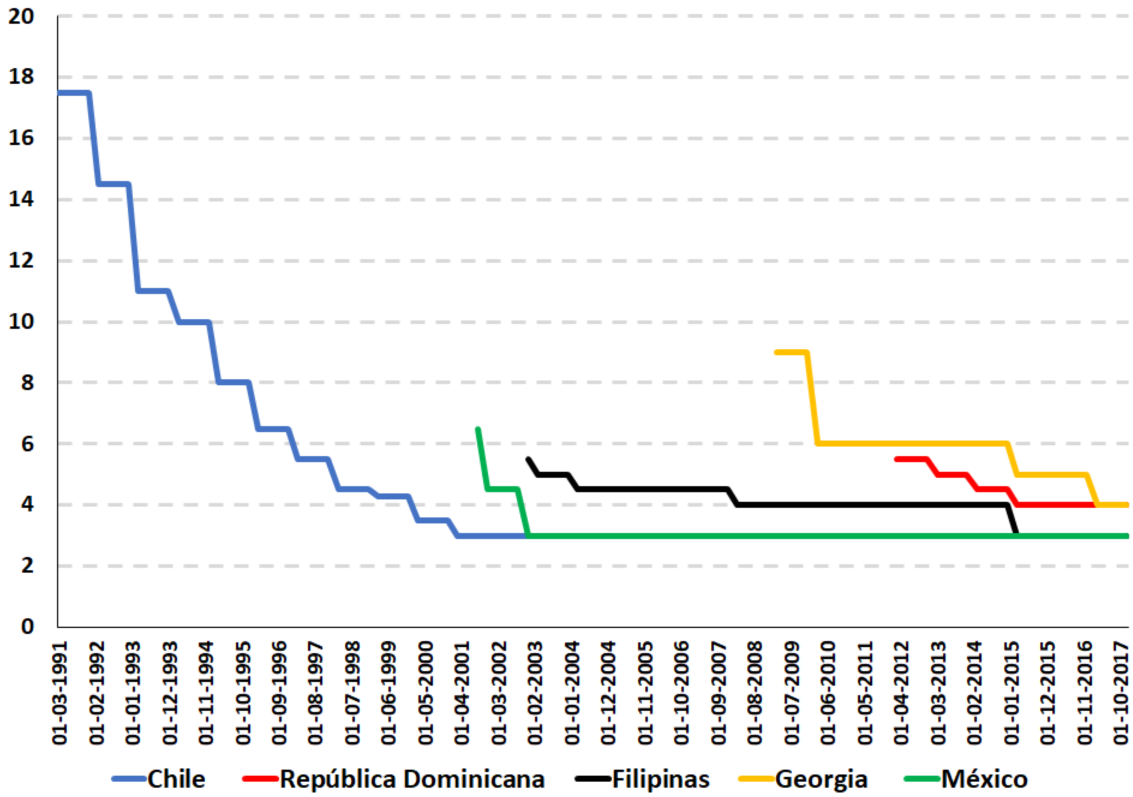
Nota: Los círculos representan los valores iniciales de las metas de inflación y los triángulos representan los valores de las metas de inflación a fines de 2017.
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 7: **Evolución de las metas de inflación para las economías emergentes y en vías de desarrollo, 1989-2017**



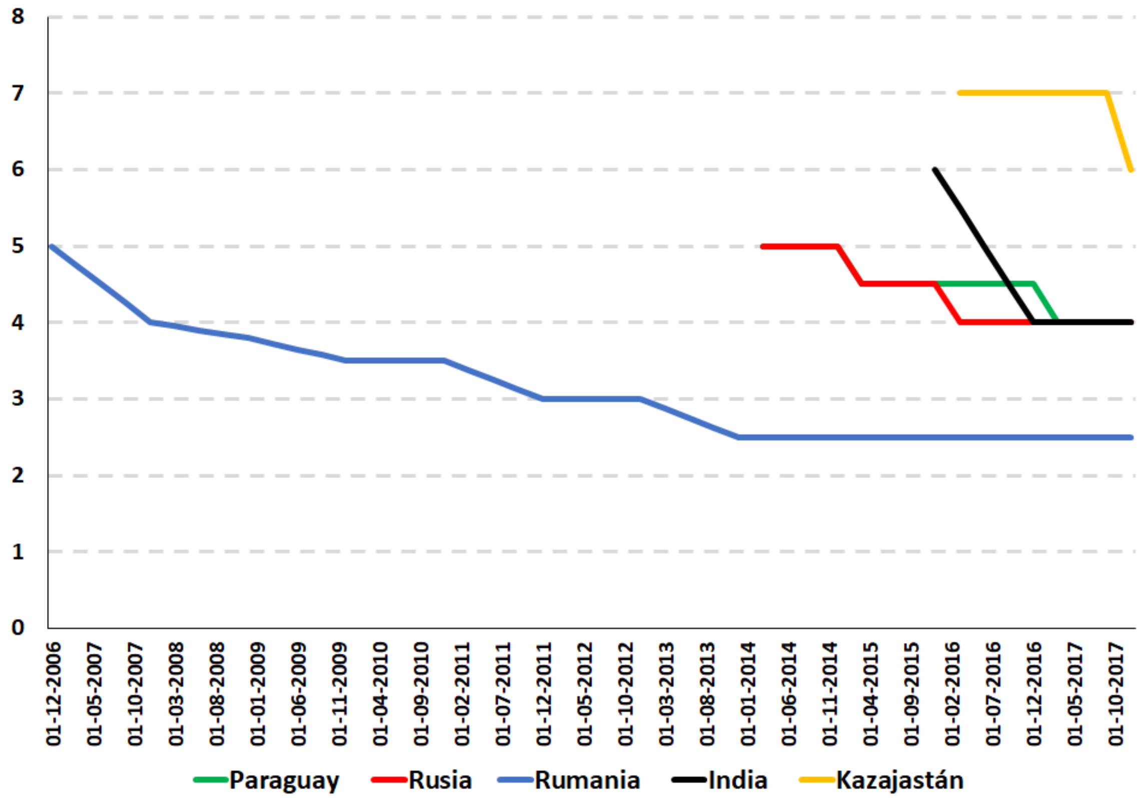
Nota: Los círculos representan los valores iniciales de las metas de inflación y los triángulos representan los valores de las metas de inflación a fines de 2017.
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 8: **Cambiadores escalera, 5 países (1/2)**



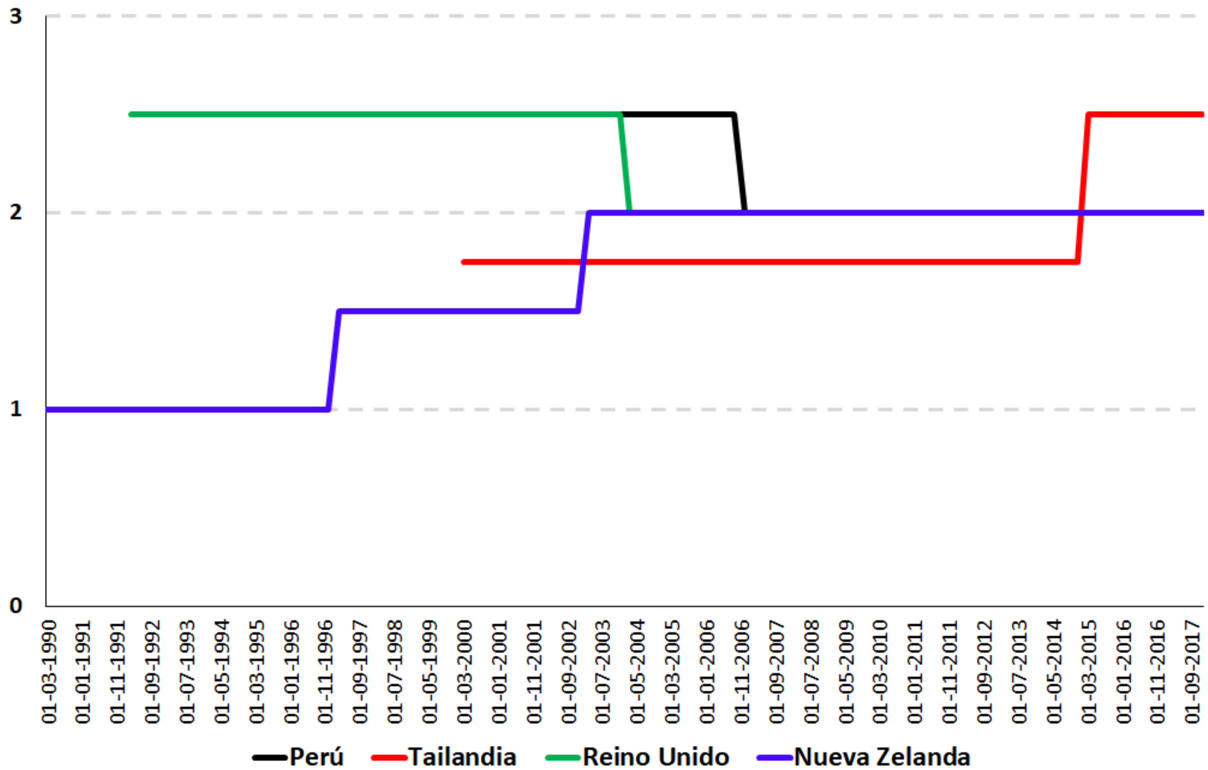
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 9: **Cambiadores escalera, 5 países (2/2)**



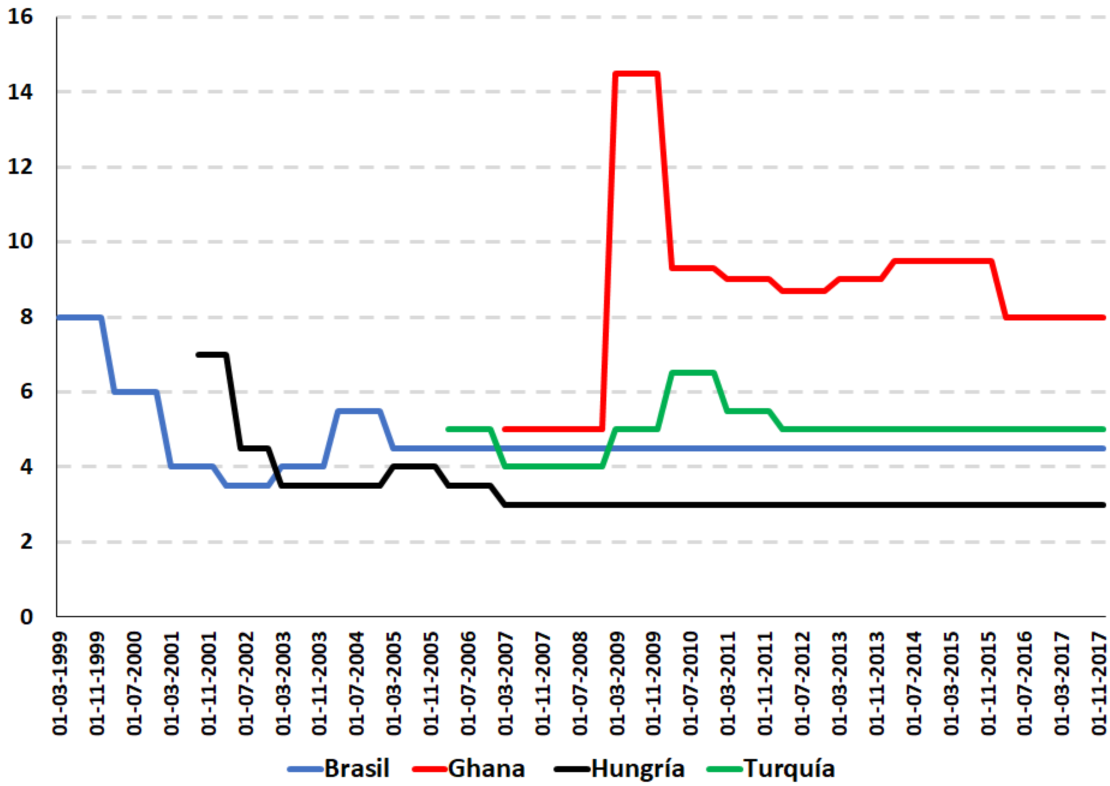
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 10: **Cambiadores peldaño, 4 países**



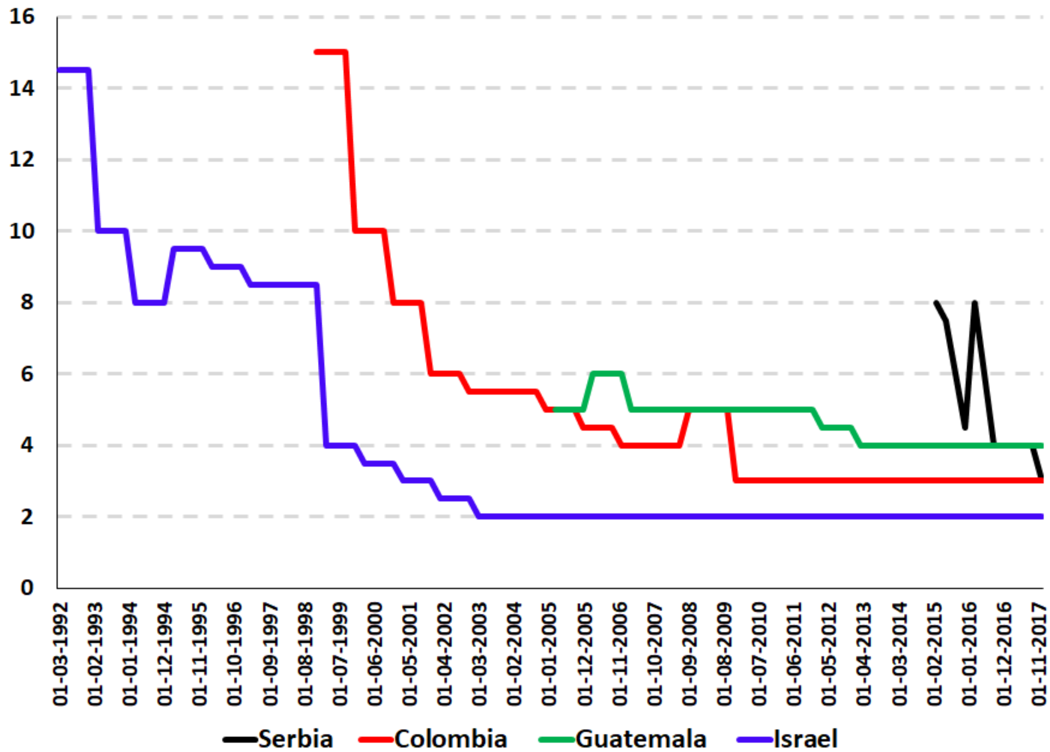
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 11: **Cambiadores sube y baja, 4 países (1/3)**



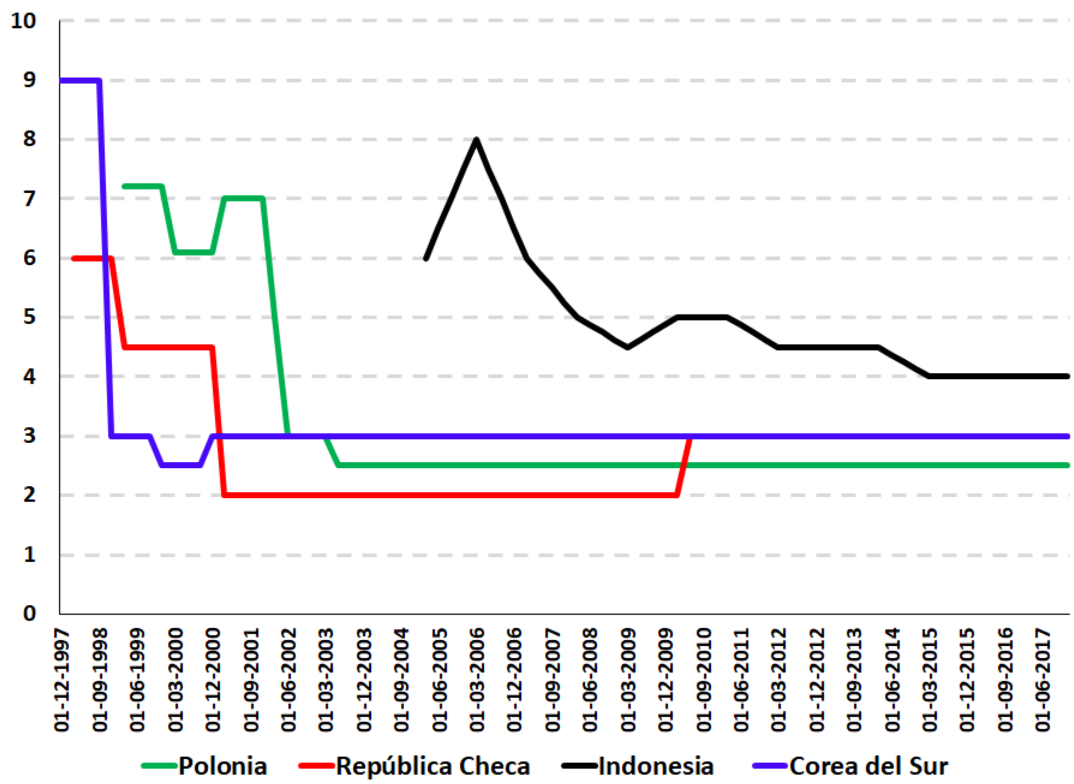
Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 12: **Cambiadores sube y baja, 4 países (2/3)**



Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Figure 13: **Cambiadores sube y baja, 4 países (3/3)**



Fuente: páginas web de los bancos centrales.

Table 9: Aspectos seleccionados para los 38 bancos centrales bajo MI, 2017

País	**Año de adopción**	**Meta inicial (%)**	**Inicial π (%)**	**Meta actual (%)**	**π en 2017 (%)**	**Cambios en las metas**			**Medida**	**Horizonte**
						$\triangle +$	$\triangle -$	$\sum$		
Albania	2009	3 ± 1	3.4	3 ± 1	2.9	0	0	0	CPI	1 to 3 años
Armenia	2006	4 ± 1.5	0.7	4 ± 1.5	3.5	0	0	0	HCPI	3 años
Australia	1993	2-3	1.0	2 - 3	2.2	0	0	0	HCPI	Mediano plazo
Brasil	1999	8 ± 2	3.2	4.5 ± 2	3.7	1	5	6	BNCPI	Mediano plazo
Canadá	1991	1 - 3	4.8	1 - 3	2.1	0	0	0	CPI	6-8 trimestres
Chile	1991	15 - 20	21.8	3 ± 1	2.5	10	10	0	CPI	Mediano plazo
Colombia	1999	15	18.7	2 - 4	3.4	8	1	9	HCPI	Mediano plazo
República Checa	1998	5.5 - 6.5	8.8	2 ± 1	2.3	3	0	3	NI (1998-2001) HCPI (from 2001)	Mediano plazo
Dominican Republic	2012	5.5 ± 1	6.3	4 ± 1	4.2	3	0	3	CPI	Mediano plazo
Georgia	2009	9 ± 2	10.0	4	3.0	4	0	4	HCPI	Mediano plazo
Ghana	2007	5 ± 1	10.7	8 ± 2	8	4	3	7	HCPI	Mediano plazo
Guatemala	2005	4 - 6	7.6	4 ± 1	3.5	3	1	4	HCPI	Mediano plazo
Hungría	2001	7	9.8	3 ± 1	2.8	4	1	5	CPI	Mediano plazo
Islandia	2001	2.5	5.1	2.5	2.4	0	0	0	CPI	2 años
India	2015	8	5.9	4 ± 2	3.7	1	0	0	CPI	2 a 3 años
Indonesia	2005	6 ± 1	6.1	3.5 ± 1	3.8	6	2	8	HCPI	Mediano plazo
Israel	1992	14 -15	11.3	1 - 3	0.8	9	1	10	CPI	Dentro de 2 años
Japón	2013	2	0.0	2	0.9	0	0	0	CPI	Mediano plazo
Kazajastan	2016	6-8	8.5	5 -7	6.2	1	0	1	CPI	Mediano plazo
Korea	1998	9 ± 1	4.9	2	1.9	3	1	4	HCPI	Mediano plazo
México	2001	6.5	9.5	3 ± 1	4.2	2	0	0	CPI	Mediano plazo
Moldova	2010	5 ± 1	0.0	5 ± 1.5	5.3	0	0	0	CPI	Mediano plazo
Nueva Zelanda	1989	0 - 2	6.4	2 ± 1	1.9	0	2	0	CPI	Mediano plazo
Noruega	2001	2.5	3.1	2.5	1.8	0	0	0	CPI	Mediano plazo
Paraguay	2011	5 ± 2.5	3.7	4 ± 2	4	2	0	0	CCPI	Mediano plazo
Perú	2002	2.5 + 1	2.0	2 ± 1	2.5	1	0	1	CPI	Indefinido
Filipinas	2002	4.5-5.5	5.4	3 ± 1	3.6	4	0	4	CPI	Mediano plazo
Polonia	1999	6.6 - 7.8	11.8	2.5 ± 1	2.3	3	1	4	CPI	Mediano plazo
Rumania	2005	7.5 ± 1	11.9	2.5 ± 1	3.5	6	0	6	HCPI	Mediano plazo
Rusia	2014	5	6.8	4	3.5	2	0	2	CPI	Mediano plazo
Serbia	2006	7 - 9	16.3	3 ± 1.5	3.3	18	1	19	CPI	Mediano plazo
Sudáfrica	2000	3 - 6	5.1	3 - 6	5	0	0	0	CPI	Mediano plazo
Suecia	1995	2 ± 1	2.9	2	1.8	0	0	0	CPI	Indefinido
Tailandia	2000	0 - 3.5	0.3	2.5 ± 1.5	1.4	0	1	0	CCPI (2000-2015) HCPI (from 2015)	8 trimestres
Turquía	2006	5 ± 2	8.2	5 ± 2	10.0	4	1	5	CPI	3 años
Uganda	2012	5 ± 2	18.7	5 ± 2	5.3	0	0	0	CCPI	Mediano plazo
Reino Unido	1992	1 - 4	7.5	2	2.5	1	0	0	RPIX (1992-2003) CPI (from 2004)	Dentro de 2 años
Uruguay	2013	4 - 6	4.3	3 - 7	3.5	0	0	0	CCPI	2 años

Fuente: página web de los bancos centrales.

Notas: CPI (Consumer Price Index), HCPI (Headline Consumer Price Index), BNCPI (Broad National Consumer Price Index); CCPI (Core Consumer Price Index), y NI (Net Inflation).

Table 10: Sitios web de los bancos centrales

País	**Sitio web**
Albania	www.bankofalbania.org
Armenia	www.cba.am
Australia	www.rba.gov.au
Brasil	www.bcb.gov.br/en
Canadá	www.bankofcanada.ca
Chile	www.bcentral.cl
Colombia	www.banrep.gov.co
Corea del sur	www.bok.or.kr/eng
Filipinas	www.pnb.com.ph
Georgia	www.bankofgeorgia.ge/en
Ghana	www.bog.gov.gh
Guatemala	www.banguat.gob.gt
Hungría	www.mnb.hu/en
Islandia	www.cb.is/
Israel	www.boi.org.il/en
Japón	www.boj.or.jp/en/
Kazajastán	www.nationalbank.kz
México	www.banxico.org.mx
Moldova	www.bnm.md/en
Noruega	www.norges-bank.no/en
Nueva Zelanda	www.rbnz.govt.nz
Paraguay	www.bcp.gov.py
Perú	www.bcrp.gob.pe
Polonia	www.nbp.pl
Reino Unido	www.bankofengland.co.uk
República Checa	www.cnb.cz
República Dominicana	www.bancentral.gov.do
Rumania	www.bnr.ro
Rusia	www.cbr.ru/eng
Serbia	www.nbs.rs
Sudáfrica	www.resbank.co.za/
Suecia	www.riksbank.se/en-gb
Tailandia	www.bot.or.th
Turquía	www.tcmb.gov.tr
Uganda	www.bou.or.ug/
Uruguay	www.bcu.gub.uy/

B Tipología de cambiadores

B.1 Elementos de la meta de inflación

Existen tres elementos para el diseño de la meta de inflación. Estos son: (i) el valor numérico explícito para la meta de inflación; (ii) la medida de inflación asociada a la meta de inflación; y (iii) el horizonte para el cual se espera alcanzar la meta de inflación.

El valor numérico de la meta de inflación es el ancla nominal utilizado por los bancos centrales bajo MI. Este ancla nominal entrega un mayor grado de rendición de cuentas de la política monetaria (Roger y Stone, 2002). Los elementos (i)-(iii) cambian entre los países y cambian en el tiempo. En la tabla 9 (columnas 5, 9 y 10 respectivamente) se muestran los puntos (i) a (iii) para los 38 países que actualmente adoptan MI, y otros aspectos seleccionados del régimen de MI.

Además, existen otros aspectos que son elementales para el esquema de MI. Estos son el proceso de decisión de la meta, la independencia de la autoridad monetaria y la rendición de cuentas (Hammond, 2012). Estos elementos del régimen de MI, le entregan al banco central la autoridad para perseguir la meta de inflación.

B.2 El valor de la meta de inflación

Actualmente, 23 de los 38 países bajo MI han adoptado objetivos puntuales con bandas simétricas en torno a dicho valor puntual. Típicamente, el valor de la banda es un 1%. 8 países han adoptado objetivos puntuales sin bandas simétricas y 7 países han adoptados bandas sin específicar un valor puntual para la meta de inflación (tabla 9, columna 5).

En algunos casos, particularmente durante las fases de desinflación, los países han específicado cotas superiores, pero no cotas inferiores, para el objetivo de inflación (Roger y Stone, 2002).

Los valores númericos de las metas de inflación, a fines del año 2017, están entre 1% y 3% en las economías avanzadas (figura 6). Por otro lado, existen economías emergentes y en vías de desarrollo con valores númericos de la meta de inflación mayores o iguales a un 4%. Sin embargo, existe una convergencia gradual, más lenta en las economías emergentes y en vías de desarrollo, hacia valores numéricos estacionarios de 1% a 3% (figura 7).

Aquellas economías con valores numéricos centrales (mid-points) de las metas de inflación superiores a un 4%, que en general son economías emergentes, son economías en transición hacia menores valores numéricos estacionarios. Considerando únicamente economías que han convergido a niveles númericos estacionarios, las economías emergentes han convergido a valores estacionarios entre 2 a 3%. Estos valores estacionarios son mayores que los valores estacionarios de las economías avanzadas (table 9, columna 5).

De esta manera, el régimen de MI ha evolucionado hacia la elección de valores numéricos menores, con valores estacionarios de (2%, 2.5 % o 3%). Además, ha evolucionado hacia el uso de bandas simétricas de menor tamaño, con un promedio de un 1%.

B.3 El horizonte de la meta de inflación

El horizonte de la meta de inflación es, por definición, el período en el cual el banco central se hace responsable de alcanzar su meta de inflación (Hammond, 2012). Para que la meta sea alcanzable, un requisito coherente es que el horizonte de la meta tenga en cuenta los rezagos entre las acciones de política y sus efectos sobre los resultados de la inflación. Estos van típicamente entre 5 a 8 trimestres (Friedman, 1961; Goodhart, 2001; Duncan, 2010; Rusnak, 2012).

La intuición de la elección se basa principalmente en los rezagos de la política monetaria. Un horizonte de política no suficientemente largo relativo a los rezagos de la transmisión de la política monetaria, implica que la inflación en ese horizonte está más allá del control del banco central y, por lo tanto, es un horizonte demasiado corto para la meta de inflación. Por otro lado, un horizonte de política suficientemente largo relativo a los rezagos de la transmisión de la política monetaria, le entrega al banco central más flexibilidad para tomar en cuenta otros objetivos de política sin descuidar su meta de inflación. Básicamente, un horizonte más largo le permite al banco central más espacio para variar el ritmo del ajuste planificado de inflación hacia la parte central del rango objetivo.

Los horizontes de la meta de inflación, tienden a alargarse cuando la inflación se estabiliza. Cuando la inflación ha bajado a un rango consistente con su meta de inflación estacionaria, las metas de inflación anuales son reemplazados por una meta de inflación constante o invariable en el tiempo que se extiende indefinidamente en el futuro y que puede considerarse como un objetivo a largo plazo o estacionario. Canadá y Nueva Zelanda han ampliado explícitamente sus horizontes de política de objetivos de inflación desde su adopción de MI.

La mayoría de los objetivos de inflación han adoptado metas de inflación con objetivos múltiples o lo que ha sido denominado como "metas de inflación flexible". Esto se refleja en que 31 países tienen horizontes de mediano plazo, entre 12 a 24 meses (tabla 9, columna 11). Existen tambien, 5 países con horizontes para la meta de inflación en torno a 3 años (tabla 9, columna 11). Estos países tienen asociados rezagos de la politica monetaria más largos (Albania, Armenia, India, Japón y Turquía). Por último, existen dos países (Perú y Suecia) que no tienen un horizonte para la meta de inflación explícito.

B.4 La medida de inflación asociada a la meta

Para mayor transparencia y rendición de cuentas respecto de la meta de inflación, los bancos centrales fijan una medida de inflación para la meta de inflación. La tabla 9 (columna 10), muestra las medidas para la meta de inflación de los 38 países bajo MI. Dos aspectos son notables: (i) todos los países tienen una medida para la meta de inflación y (ii) algunos países han cambiado en el tiempo la medida de la meta de inflación.

Actualmente, 22 países tienen como medida de la meta de inflación el Índice de Precios del Consumidor (IPC)[14]. 11 países han definido su meta de inflación en términos de su medida oficial de inflación, HCPI (Headline Consumer Price Index). 3 países han definido sus metas de acuerdo a una medida de Core-CPI, excluyendo de esta manera los impactos de diferentes distoriciones. Por último, Brasil tiene como medida el BNPI (Broad National Price Index) el cual es un índice de precios geográfico que elimina ciertas distorsiones en el nivel de precios.

Solamente tres países (República Dominicana el año 2001, Tailandia el 2015 y Reino Unido el 2004) han cambiado sus medidas de la meta de inflación. El caso de Reino Unido, que cambió de RPIX (un índice de precios similar al índice de precios del retail RPI) que eliminaba los costos de interés en la inflación a una medida estándar de CPI. República Dominicana y Tailandia, cambiaron de medidas core a medidas oficiales de HCPI.

B.5 Tipología de cambiadores de metas de inflación

Antes de clasificar a los países bajo MI de acuerdo a sus cambios en las metas, es necesario definir una medida comparable para la meta de inflación para cada país. Esto se debe, a que las metas de inflación varían según el país e incluso algunos países tienen bandas para definir su meta de inflación. Esto se resuelve de una manera bastante simple. Para hacer las bandas y metas puntuales comparables, en el caso de países que definen rangos o bandas objetivo, se utiliza el valor central del rango como la meta de inflación.

Construir una base de datos con las metas de inflación, definidas anteriormente, no es trivial. La gran mayoría de los bancos centrales bajo MI no tienen en sus bases de datos estadísticos de sus sitios web la serie "meta de inflación". Por ello, hay que ir, por cada uno de los 38 bancos centrales, recolectando las actas de los cambios en las metas de inflación. Generalmente, estas metas están en frecuencias distintas. Para hacer comparables, se dejarón todas las series a nivel trimestral.

Analizando los datos, existen cuatro grupos de "cambiadores de metas de inflación". Estos se pueden

[14]Consumers Price Index (CPI) en inglés

clasificar de acuerdo la forma gráfica de su serie en:

1. **No cambiadores de metas de inflación:** aquellos países que no han cambiado su meta de inflación. Estos son actualmente 12 de los 38 países. Estos países a su vez se pueden clasificar en (i) países que tienen su meta en su valor estacionario (tabla 11, A), y (ii) países que no han cambiado su meta, pero su meta actual es superior al valor estacionario (tabla 11, B). Estos últimos países, cambiarán sus metas a su valor estacionario en algún futuro.

   Por último, los países que no han cambiado sus metas y se encuentran en su nivel estacionario, iniciaron el régimen con valores de inflación en torno al nivel estacionario (generalmente economías avanzadas). En cambio, aquellos que tienen metas mayores a las estacionarias iniciaron el régimen de MI con niveles de inflación relativamente altos (estos son países en vías de desarrollo).

   Table 11: Países bajo MI que no han cambiado sus metas (12 países)

	Meta de inflación	**Inflación inicial**
A. Metas estacionarias		
Canadá	2	4.8
Japón	2	0
Suecia	2	2.9
Australia	2,5	1
Islandia	2,5	5.1
Noruega	2,5	3.1
Albania	3	3.4
B. Metas mayores a la estacionaria		
Armenia	4	3
Sudáfrica	4,5	5.1
Moldova	5	2.6
Uganda	5	8.4
Uruguay	5	4.3

2. **Cambiadores escalera:** estos países son aquellos que en forma monotónica han reducido sus metas hasta alcanzar la meta estacionaria. Típicamente, son países que adoptaron el régimen de MI con altos niveles de inflación y utilizaron las metas de inflación para ir convergiendo gradualmente a sus metas estacionarias. Debido a su forma monotónica, al graficar sus metas de inflación, tienen la forma de una escalera (figuras 8 y 9).

En la tabla 12 se muestran los países pertenecientes a este tipo de cambiadores de metas de inflación. Además, estos países tienen un período de consecutivas disminuciones en la meta de inflación. En la tabla 12 se distinguen los períodos de convergencia.

Table 12: Países cambiadores escalera (10 países)

País	**Período**	**Meta inicial**	**Meta final**
Chile	1991-I a 2000-IV	17,5	3
República Dominicana	2012-III a 2014 IV	5,5	4
Filipinas	2002-IV a 2014-IV	5,5	3
Georgia	2009-I a 2016-IV	9	4
México	2001-III a 2002-III	6,5	3
Paraguay	2014-I a 2017-I	5	4
Rusia	2014-I a 2016-I	5	4
Rumania	2006-IV a 2013-I	5	2,5
India	2015-IV a 2016-IV	6	4
Kazajastán	2016-I a 2017-III	7	6

3. **Cambiadores peldaños**: son países que una o quizás dos veces han cambiado su meta estacionaria. Al gráficar sus metas de inflación, tienen uno o dos saltos discretos respecto de su meta estacionario. Esa es la razón de denominarlos " cambiadores peldaños" (figura 10).

En la tabla 13 se detallan los 4 países catalogados como "cambiadores peldaños". De estos, 3 países han cambiado su meta estacionaria una única vez con cambios de en promedio 0.5 puntos base. Existe un único país, Nueva Zelanda, que ha cambiado solamente 2 veces su meta estacionaria, con cambios de 0.5 puntos base. Además, dos de estos han aumentado su meta estacionaria y dos han disminuído su meta estacionaria.

Table 13: Países cambiadores peldaño, 4 países

País	**Número de cambios**	**Cambios de meta**	**Período**
Perú	1	2001-iv a 2006-III	2,5
		2006-IV a 2017-IV	2
Tailandia	1	2000-IV a 2014-IV	1,75
		2015-I a 2017-IV	2,5
Reino Unido	1	1992-I a 2003-IV	2,5
		2004-I a 2017-IV	2
Nueva Zelanda	2	1990-I a 1996-IV	1
		1997-I a 2002-IV	1,5
		2003-I a 2017-IV	2

4. **Cambiadores sube y baja:** son países que cambian sus metas - y frecuentemente las aumentan - porque no las cumplen. Actualmente son 12 países que en algún período han aumentado sus metas de inflación en respuesta a su no cumplimiento. El gráfico de estos países tiene ascensos y descensos de la meta de inflación, de ahí el nombre “cambiadores sube y baja” (figuras 11, 12 y 13).

   Un aspecto relevante, es que estos países tienen períodos en los cuáles suben y bajan sus metas de inflación. En la tabla 14 se detallan los páises de esta categoría y los períodos en los cuale realizan estos cambios.

Table 14: Cambiadores sube y baja

País	**Período**	**Cambios al alza**
Brasil	2002-IV a 2005-I	3
Ghana	2008-IV a 2010-I	3
	2012-IV a 2016-I	
Hungría	2004-IV a 2006-I	1
Turquía	2008-IV a 2011-I	2
Serbia	2015-I a 2016-II	1
Colombia	2008-II a 2009-III	1
Guatemala	2005-IV a 2006-IV	1
Israel	1994-IV a 1995-IV	1
Polonia	2000-IV a 2001-IV	1
República Checa	2010-I a 2010-IV	1
Indonesia	2005-II a 2006-IV	7
	2009-II a 2011-I	
Corea del Sur	2000-I a 2000-IV	1

C Derivaciones y resultados

Demostración proposición 1: Dado que $L(\cdot)$ es continua y acotada, entonces V es continua y acotada. De esta manera, $V : \mathbb{B} \to \mathbb{B}$ por lógica recursiva.

(i) **Monoticidad:** Sea $Y \in \mathbb{B}$ donde $V(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) \leq Y(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$. Luego,

$$\begin{aligned} TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) &= \min_{i_t, \pi_{t+1}^T} \{L(\cdot) + \beta TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)\} \\ &\leq \min_{i_t, \pi_{t+1}^T} \{L(\cdot) + \beta TY(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)\} \\ &= TY(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) \end{aligned}$$

(ii) **Descuento:** Sea $a \geq 0$, luego

$$\begin{aligned} T(V(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) + a) &= \min_{i_t, \pi_{t+1}^T} \{L(\cdot) + \beta T(V(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) + a)\} \\ &\leq \min_{i_t, \pi_{t+1}^T} \{L(\cdot) + \beta TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) + \beta a\} \\ &= TV(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) + \beta a \end{aligned}$$

TV satisface las *condiciones suficientes de Blackwell*, luego T es una contracción. Por el teorema de mapeo contínuo, T tiene un único punto fijo

$$V : TV = V \in \mathbb{B}$$

Demostración proposición 2: Usando la ecuación (2), en particular, usando la ecuación en la siguiente forma

$$i_t - \pi_t = \frac{\beta_y}{\beta_r} y_t - \frac{1}{\beta_r} y_{t+1,t} + \frac{\beta_x}{\beta_r} x_t$$

derivamos las condiciones necesarias de primer orden con respecto a $y_{t+1|t}$ (lo cual es análogo a resolver para i_t, y π_t^T respectivamente. De esta manera, la CPO respecto a $y_{t+1|t}$ es

$$-\frac{\tilde{\phi}}{\beta_r}(i_t - i_{t-1}) + \lambda y_{t+1|t} + \beta \left(\mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2,t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial \pi_{t+2|t+1}}{y_{t+1|t}}}_{\alpha_y} + \mathbb{E}_t V_3(\pi_{t+2,t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial i_t}{y_{t+1|t}}}_{-\frac{1}{\beta_r}} \right) = 0$$

y la CPO respecto a π_t^T es

$$-(\pi_{t+1,t} - \pi_{t+1}^T) + \varphi(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T) + \theta(\pi_{t+1}^T - \pi^*) + \beta \mathbb{E}_t V_2(\pi_{t+2,t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) = 0$$

Para resolver el problema, es necesario caracterizar la formas funcionales de V_1, V_2 y V_3. Luego, para demostrar la *proposición 2* es necesario demostrar las siguientes proposiciones.

Proposición 8 *Los valores marginales de $\pi_{t+1|t}$, $V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$, de π_t^T, $V_2(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$ y de i_{t-1}, $V_3(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$, existen.*

Demostración proposición 8: Esta es una aplicación directa del teorema de Benveniste y Scheinkman (1979).

Proposición 9 *La función de valor V es estrictamente convexa en $\pi_{t+1|t}$ y π_t^T.*

Demostración proposición 9: Por *teorema de la envolvente* se tiene que

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = (\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \beta \mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2|t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1})$$

Utilizando la estructura de rezagos se tiene que

$$\begin{aligned} \pi_{t+2|t+1} &= \pi_{t+1} + \alpha_y y_{t+1} + \alpha_z z_{t+1} \\ &= \pi_{t+1|t} + \alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z z_{t+1|t} + (\epsilon_{t+1} + \alpha_y \eta_{t+1} + \alpha_z \epsilon_{t+1}^z) \end{aligned}$$

De esta manera, dado que $(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T)$ y $\pi_{t+2|t+1}$ son estrictamente crecientes en $\pi_{t+1|t}$ se tiene que $V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$ es estrictamente creciente en $\pi_{t+1|t}$ por lógica recursiva. Luego, V es estrictamente convexa en $\pi_{t+1|t}$.

Analogamente, por *teorema de la envolvente* se tiene que

$$V_2(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = -\varphi(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T)$$

El término anterior es estrictamente creciente en π_t^T. Así, $V_2(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t)$ es estrictamente creciente en π_t^T por lógica recursiva. Luego, V es estrictamente convexa en π_t^T.

Proposición 10 *V_1 es lineal en $\pi_{t+1|t}$, V_2 es lineal en π_t^T y V_3 es una función de V_1.*

Demostración proposición 10: Utilizamos el método de *guess and verify*. Se asume que el valor marginal de $\pi_{t+1|t}$ es lineal. De esta manera, se asume la siguiente forma funcional,

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = a + b\pi_{t+1|t}$$

Remplazando en

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = (\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \beta \mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2|t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1})$$

se tiene

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}) = (\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \beta \mathbb{E}_t(a + b\pi_{t+2|t+1})$$

donde a y b son constante a determinar.

Utilizando la estructura de rezagos se tiene que

$$\begin{aligned}\pi_{t+2|t+1} &= \pi_{t+1} + \alpha_y y_{t+1} + \alpha_z z_{t+1} \\ &= \pi_{t+1|t} + \alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z z_{t+1|t} + (\epsilon_{t+1} + \alpha_y \eta_{t+1} + \alpha_z \epsilon^z_{t+1}) \\ &= \pi_{t+1|t} + \alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z z_{t+1|t} + \Theta_{t+1}\end{aligned}$$

donde $\Theta_{t+1} \equiv \epsilon_{t+1} + \alpha_y \eta_{t+1} + \alpha_z \epsilon^z_{t+1}$. Así, se tiene

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = (\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) + \beta \mathbb{E}_t(a + b(\pi_{t+1|t} + \alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z z_{t+1|t} + \Theta_{t+1}))$$

Aplicando el operador esperanza se tiene que

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = \pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1} + a\beta + b\beta\pi_{t+1|t} + b\beta\alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z b\beta z_{t+1|t}$$

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = \pi_{t+1|t}(1 + b\beta) - \pi^T_{t+1} + a\beta + b\beta\alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z b\beta z_{t+1|t}$$

Realizando *match* de términos, tenemos que

$$b = 1 + b\beta \Leftrightarrow \hat{b} = \frac{1}{1-\beta}$$

$$\begin{gathered} a = -\pi^T_{t+1} + a\beta + b\beta\alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z b\beta z_{t+1|t} \\ \Leftrightarrow \hat{a} = \frac{1}{1-\beta}\left(-\pi^T_{t+1} + \frac{1}{1-\beta}\left(\beta\alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z b\beta z_{t+1|t}\right)\right)\end{gathered}$$

Así,

$$V_1(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = \hat{b}(\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) + \beta\hat{b}^2(\alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z b\beta z_{t+1|t})$$

lo cual es lineal en $\pi_{t+1|t}$.

Análogamente, para V_2 tenemos

$$V_2(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = -\varphi(\pi^T_{t+1} - \pi^T_t)$$

lo cual es lineal en π^T_t.

Finalmente, para encontrar V_3 utilizamos el teorema de la envolvente y la estructura de rezagos. En particular, $\frac{d\pi_{t+1|t}}{di_{t-1}} = -\alpha_y\beta_r$ y $\frac{dy_{t+1|t}}{di_{t-1}} = -\beta_y\beta_r$. Así, se tiene que

$$V_3(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_t) = -\phi(i_t - i_{t-1}) - \alpha_y\beta_r(\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) - \beta_y\beta_r\lambda y_{t+1|t} - \alpha_y\beta_r\beta(1-\beta_y)\mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2|t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1})$$

Luego, V_3 es una función de V_1.

Utilizando

$$V_2(\pi_{t+1|t}, \pi_t^T, i_{t-1}, \Psi_t) = -\varphi(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T)$$

adelantando un período y combinando con la CPO respecto a la meta de inflación (ecuación 8), se tiene que

$$(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \varphi(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T) + \theta(\pi_{t+1}^T - \pi^*) + \beta\mathbb{E}_t(-\varphi(\pi_{t+2}^T - \pi_{t+1}^T)) = 0$$

En orden de obtener la solucion de forma cerrada se asume un punto fijo en la expectativa del instrumento de la meta de inflación (Svensson, 2003). Así, se tiene que, despejando de la ecuación anterior π_{t+1}^T:

$$\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \varphi\pi_t^T + \theta\pi^*}{1 + \varphi + \theta}$$

Para encontrar la solución de la TPM, se sigue el mismo procedimiento de Svensson (1997b y 2003). Utilizando la estructura de rezagos, se tiene que

$$i_t - \pi_t = \frac{\beta_y}{\beta_r} y_t - \frac{1}{\beta_r} y_{t+1} + \frac{\beta_x}{\beta_r} x_t + \frac{1}{\beta_r} \eta_{t+1}$$

De esta manera, la CPO la tomamos respecto a $y_{t+1|t}$ utilizando la regla de la cadena. Así, la CPO respecto de $y_{t+1|t}$ es

$$-\frac{\tilde{\phi}}{\beta_r}(i_t - i_{t-1}) + \lambda y_{t+1|t} + \beta \left(\mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2,t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial \pi_{t+2|t+1}}{y_{t+1|t}}}_{\alpha_y} + \mathbb{E}_t V_3(\pi_{t+2,t+1}, \pi_{t+1}^T, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial i_t}{y_{t+1|t}}}_{-\frac{1}{\beta_r}} \right) = 0$$

Dado que V_3 es función de V_1 (*proposición 10*) y que tenemos una expresión analítica de V_1 *(proposición 10)*, adelantando un período V_3 y utilizando la estructura de rezagos (ecuaciones (1) a (4)), en particular que

$$\pi_{t+2|t+1} = \pi_{t+1|t} + \alpha_y y_{t+1|t} + \alpha_z z_{t+1|t} + \Theta_{t+1}$$

y que

$$i_t - \pi_t = \frac{\beta_y}{\beta_r} y_t - \frac{1}{\beta_r} y_{t+1,t} + \frac{\beta_x}{\beta_r} x_t$$

en la ecuación (7), se tiene que

$$
\begin{aligned}
i_t = & \frac{\phi}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_r\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} i_{t-1} \\
& + \frac{2\alpha_y\tilde{\beta}\beta_r}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_r\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} (\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) \\
& + \frac{\beta_y\beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + \beta\beta_y(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}) + \alpha_y\beta\beta_r^1(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta})}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_r\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} y_t \\
& + \frac{\beta_r^2(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + \beta\beta_y(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}) + \beta\beta_r^1(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta})}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_2\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} \pi_t \\
& + \frac{(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + \beta\beta_y(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))\beta_r}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_r\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} \beta_x x_t \\
& + \frac{(2\alpha_y\alpha_z\tilde{\beta} + \beta\beta_x(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta} + \alpha_y\alpha_z(1+\beta)\tilde{\beta}\gamma_\phi)))}{\phi + \beta_r(\lambda + 2\alpha_y^2\tilde{\beta} + (1+\beta_y)\beta_r\beta(\beta_y + \alpha_y^2(1+\beta)\tilde{\beta}))} \alpha_z z_t
\end{aligned}
$$

La función de reacción óptima de la tasa de política monetaria se puede escribir entonces como

$$
i_t = \delta_0\pi_t + \delta_1 i_{t-1} + \delta_2(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \delta_3 y_3 + \delta_4 x_t + \delta_5 z_t
$$

donde δ_j para $j \in \{0, \ldots, 5\}$ son constantes positivas que dependen de los parámetros del modelo.

Por ejemplo, cuando $z \to \infty$, se tiene que $\delta_1 = 1$ y $\delta_j = 0$ para $j \neq 1$. De esta manera, δ_j captura la sensibilidad de la respuesta de la tasa de política monetaria ante cambios en los distintos argumentos, lo que a su vez depende de la importancia de los parámetros de la función de costos y la estructura de rezagos.

Demostración proposición 3: Utilizando la ecuación

$$
i_t = \delta_0\pi_t + \delta_1 i_{t-1} + \delta_2(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \delta_3 y_3 + \delta_4 x_t + \delta_5 z_t
$$

ante un shock ϵ se tiene que la respuesta es

$$
\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon} = \delta_0 + \delta_2 \left(\frac{\partial \pi_{t+1|t}}{\partial \epsilon} - \frac{\partial \pi_{t+1}^T}{\partial \epsilon} \right)
$$

Utilizando la siguiente ecuación

$$
\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \varphi\pi_t^T + \theta\pi^*}{1 + \varphi + \theta}
$$

se tiene que

$$
\frac{\partial \pi_{t+1}^T}{\partial \epsilon} = \frac{1}{1 + \varphi + \theta} \frac{\partial \pi_{t+1|t}}{\partial \epsilon}
$$

Luego, utilizando la estructura de rezagos, se tiene que $\frac{\partial \pi_{t+1|t}}{\partial \epsilon} = 1$. Así,

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon} = \delta_0 + \delta_2 \left(1 - \frac{1}{1+\varphi+\theta}\right) \cdot \frac{\partial \pi_{t+1|t}}{\partial \epsilon}$$
$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon} = \delta_0 + \delta_2 \left(1 - \frac{1}{1+\varphi+\theta}\right)$$

Notar que a medida de tener mayores costos de ajuste de la meta de inflación, i.e países menos cambiadores, se tiene que la respuesta es mayor. Lo anterior se puede ver en que

$$\frac{\partial^2 i_t}{\partial \epsilon \partial \theta} = \delta_2 \left(\frac{1}{1+\varphi+\theta}\right)^2 > 0$$

y que

$$\frac{\partial^2 i_t}{\partial \epsilon \partial \varphi} = \delta_2 \left(\frac{1}{1+\varphi+\theta}\right)^2 > 0$$

Demostración proposición 4: El acomodo perfecto implica que $\pi_{t+1|t} = \pi^T_{t+1}$. Para mostrar que los bancos centrales no se acomodan perfectamente se demuestra por contradicción. El único caso para que el acomodo sea perfecto, implica que $\pi_{t+1|t} = \pi^T_{t+1}$. Luego, esto se puede dar si y solo si $\pi^T_t = \pi_{t+1|t}$. Luego, esto implica que $\pi^T_{t+1} = \pi^T_t$. Luego, no hay cambio en la meta de inflación, i.e no hay política monetaria acomodativa.

Demostración proposición 5: Notar que la estructura de costos nos afecta la decisión óptima de la regla de tasa de política monetaria. Para ver esto,la CPO la tomamos respecto a $y_{t+1|t}$ utilizando la regla de la cadena. Así, la CPO respecto de $y_{t+1|t}$ es

$$-\frac{\tilde{\phi}}{\beta_r}(i_t - i_{t-1}) + \lambda y_{t+1|t} + \beta \left(\mathbb{E}_t V_1(\pi_{t+2,t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial \pi_{t+2|t+1}}{y_{t+1|t}}}_{\alpha_y} + \mathbb{E}_t V_3(\pi_{t+2,t+1}, \pi^T_{t+1}, i_t, \Psi_{t+1}) \cdot \underbrace{\frac{\partial i_t}{y_{t+1|t}}}_{-\frac{1}{\beta_r}} \right) = 0$$

la cual es análoga al caso anterior. De esta manera, se tiene la misma regla óptima de tasa de política monetaria:

$$i_t = \delta_0 \pi_t + \delta_1 i_{t-1} + \delta_2(\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) + \delta_3 y_3 + \delta_4 x_t + \delta_5 z_t$$

Sin embargo, esta afecta la decisión de la meta de inflación óptima. En primer lugar, dada la estructura de costos se tiene que por *teorema de la envolvente*

$$V_2(\pi_{t+1|t}, \pi^T_t, i_{t-1}, \Psi_{t+1}) = 0$$

Luego, para el caso en que el multiplicador de Lagrange es positivo y $\Delta \pi^T > 0$, la CPO es

$$-(\pi_{t+1|t} - \pi^T_{t+1}) + k_2 + \theta(\pi^T_{t+1} - \pi^*) = 0$$

Así,

$$\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* - k_2}{1+\theta}$$

Sin embargo, esto se da solamente si $\Delta\pi^T > 0$. Restando a la ecuación anterior π_t^T, se tiene

$$\pi_{t+1}^T - \pi_t^T = \frac{(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) - k_2}{1+\theta}$$

Luego, $\Delta\pi^T > 0$ si y solo si

$$(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) > k_2$$

Así,

$$\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* - k_2}{1+\theta} \text{ cuando } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) > k_2$$

Análogamente, para el caso en que el multiplicador de Lagrange es positivo y $\Delta\pi^T > 0$, la CPO es

$$(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + k_1 - \theta(\pi_{t+1}^T - \pi^*) = 0$$

$$\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* + k_1}{1+\theta}$$

Sin embargo, esto se da solamente si $\Delta\pi^T < 0$. Restando a la ecuación anterior π_t^T, se tiene

$$\pi_{t+1}^T - \pi_t^T = \frac{(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) + k_1}{1+\theta}$$

Luego, $\Delta\pi^T < 0$ si y solo si

$$(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) < -k_1$$

Así,

$$\pi_{t+1}^T = \frac{\pi_{t+1|t} + \theta\pi^* + k_1}{1+\theta} \text{ cuando } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) < -k_1$$

Por último, notar que cuando $(\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \theta(\pi_t^T - \pi^*) \in [-k_1, k_2]$ tenemos que el multiplicador de lagrange será igual a cero. Luego, $\Delta\pi^T = 0$.

La regla de metas de inflación óptima de acuerdo al problema (13) es

$$\pi_{t+1}^T = \begin{cases} \frac{\pi_{t+1|t}+\theta\pi^*-k_2}{1+\theta} \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) > k_2, \\ \frac{\pi_{t+1|t}+\theta\pi^*+k_1}{1+\theta} \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) < -k_1 \\ \pi_t^T \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) - \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) \in [-k_1, k_2] \end{cases} \tag{25}$$

Demostración proposición 6: Utilizando la ecuación

$$i_t = \delta_0\pi_t + \delta_1 i_{t-1} + \delta_2(\pi_{t+1|t} - \pi_{t+1}^T) + \delta_3 y_3 + \delta_4 x_t + \delta_5 z_t$$

ante un shock ϵ se tiene que la respuesta es

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon} = \delta_0 + \delta_2 \left(\frac{\partial \pi_{t+1|t}}{\partial \epsilon} - \frac{\partial \pi_{t+1}^T}{\partial \epsilon} \right)$$

Sin embargo, en este caso la meta de inflación óptima es no lineal. Luego, para el caso de un shock positivo se tiene que

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon_t} = \delta_0 + \delta_2$$

cuando el banco central no cambia la meta de inflación. Sin embargo, en el caso de que el banco central se ajuste a través de la meta de inflación, se tiene que

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon_t} = \delta_0 + \delta_2 \left(1 - \frac{1}{1+\theta(1+\beta)}\right) \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) + k_2$$

Luego, la reacción ante un shock positivo es una función por tramos. De esta manera, se tiene

$$\frac{\partial i_t}{\partial \epsilon_t} = \begin{cases} \delta_0 + \delta_2 \left(1 - \frac{1}{1+\theta(1+\beta)}\right) \text{ si } (\pi_{t+1|t} - \pi_t^T) > \tilde{\theta}(\pi_t^T - \pi^*) + k_2, \\ \delta_0 + \delta_2 \text{ en otro lugar} \end{cases}$$

Demostración proposición 7: Dado que la meta de inflación converge a la meta estacionaria, i.e $lim_{t\to\infty}\pi_t^b = \pi^*$. Además, dado que la tasa de política monetaria en estado estacionario crece a una tasa 0, el término $i_{t+1} - i_t$ converge a 0. De esta manera, los términos $(\pi_{t+1}^T - \pi_t^T)^2 \to 0$, $(i_t - i_{t-1})^2 \to 0$, por lo que

$$\lim_{t\to\infty} L^{BC} = L^S$$

Para mostrar la segunda parte de la proposición, se utiliza el teorema de Woodford (2003a, capítulo 6) que señala que dicha función de costos es una aproximación cuadrática del problema de maximización de utilidad esperada un consumidor repreentativo.