

La Inflación de los Precios Rígidos en Colombia

Por: Juan Manuel Julio,
Javier Guillermo Gómez,
Manuel Dario Hernández

Borradores de ECONOMÍA



Núm. 1007
2017



tá - Colombia - Bogotá - Col

La Inflación de los Precios Rígidos en Colombia*

Juan Manuel Julio[†] Javier Guillermo Gómez[‡]
Manuel Dario Hernández[§]

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en este escrito son responsabilidad exclusiva de sus autores y no comprometen la visión del BANCO DE LA REPUBLICA o su JUNTA DIRECTIVA.

Resumen

Presentamos las inflaciones de los precios *rígidos* y *flexibles* para Colombia. Clasificamos los ítems del IPC distintos de alimentos y regulados como flexibles o rígidos de acuerdo con la duración de sus precios. Encontramos que, al igual que en otras economías, las canastas de flexibles/rígidos son similares a las de transables/no transables y las que subyacen las inflaciones doméstica/externa. Verificamos que se satisfacen los hechos estilizados de la dinámica de las inflaciones rígida y flexible establecidos en trabajos anteriores para otros países, y hallamos un nuevo conjunto de hechos que concuerdan con la historia monetaria colombiana, algunos de los cuales podrían ser estilizados para otras Economías Pequeñas Abiertas que siguen el Esquema de Inflación Objetivo. Encontramos, también, que la inflación de los precios rígidos contiene información con respecto a las expectativas e inflación futura, y evidencia que sugiere un quiebre estructural en la curva de Phillips Colombiana, el cual parece relacionarse con la adopción del régimen de libre flotación de la tasa de cambio. Finalmente, un Modelo de Precios Rígidos, MPR, reproduce los hallazgos más importantes.

Palabras Clave: Rigideces de Precios, Expectativas de Inflación, Traspaso de la Tasa de Cambio, Curva de Phillips, Esquema de Inflación objetivo, Pronóstico de la Inflación.

JEL: C53, C12, C14.

*Segunda versión para comentarios. Los autores agradecen los valiosos comentarios de Hernando Vargas y Andrés Gonzalez del Banco de la República por sus valiosos comentarios y sugerencias a una versión anterior, y a María Ximena Caicedo y Luz Adriana Hernández del Departamento Nacional de Estadística, DANE, por el suministro de los micro datos de precios bajo análisis, y a Carlos Ávila y Julián Roa por su excelente asistencia de investigación.

[†]*Autor Corresponsal:* Investigador Principal, Unidad de Investigaciones, Gerencia Técnica, BANCO DE LA REPUBLICA y Profesor Asociado de tiempo parcial, Escuela de Economía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. e-mail:jjulioro@banrep.gov.co

[‡]jgomezpi@banrep.gov.co, Investigador Principal, Unidad de Investigaciones, Gerencia Técnica, BANCO DE LA REPUBLICA, Bogotá, Colombia.

[§]mhernabe@banrep.gov.co, Profesional Especializado, División de Estadística, Departamento Técnico y de Información Económica, BANCO DE LA REPUBLICA, Bogotá, Colombia.

Rigid Price Inflation in Colombia[§]

Juan Manuel Julio¹ Javier Guillermo Gómez²
Manuel Dario Hernández³

The conclusions and implications contained in this paper are the sole responsibility of its authors and do not compromise The views of BANCO DE LA REPUBLICA or its JUNTA DIRECTIVA.

Abstract

We introduce the *rigid* and *flexible* price inflations for Colombia. We classified the CPI items (excluding food and price-regulated) as flexible or rigid according to the duration of their prices. We found that the resulting flexible/rigid baskets resemble the tradable/non tradable and domestic/foreign ones, a fact that arises in other economies as well. We verified that the stylized facts of rigid and flexible inflation dynamics obtained in previous studies for other countries are satisfied in Colombia, and obtained a new set of facts that match the Colombian monetary history, some of which may be common to other Inflation Targeting Small Open Economies. We found, as well, that rigid inflation contains information about expectations and future inflation, and evidence of a structural break in the Colombian Phillips curve, which seems to be related to the start of the free float exchange rate regime. Finally, a Model for Rigid Prices, MPR, replicates some of the important findings.

Keywords: Price Stickiness, Inflation Expectations, Exchange Rate Pass-Through, Phillips Curve, Inflation Targeting, Inflation forecast.

JEL: C53, C12, C14.

[§]Second draft for comments. We are very grateful to Hernando Vargas and Andrés Gonzalez from Banco de la República for their valuable comments and suggestions to a previous version, and to María Ximena Caicedo and Luz Adriana Hernández from the Colombian National Department of Statistics, DANE, for their collaboration providing the micro price data under analysis, and to Carlos Ávila and Julián Roa for their valuable research assistance.

¹*Corresponding author:* jjulioro@banrep.gov.co, Senior Researcher, Research Unit, Technical Presidency, BANCO DE LA REPUBLICA, and part time Associate Professor, School of Economics, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

²jgomezpi@banrep.gov.co, Senior Researcher, Research Unit, Technical Presidency, BANCO DE LA REPUBLICA, Bogotá, Colombia.

³mhernabe@banrep.gov.co, Specialized Professional, Statistics Division, Economic Research VP, BANCO DE LA REPUBLICA, Bogotá, Colombia.

1 Introducción y Motivación

La medición de las inflaciones de las canastas que contienen los ítems cuyos precios son rígidos y flexibles es importante por dos razones. Como primera medida, juegan un papel central en el Esquema de Inflación Objetivo, EIO. Y como segunda, son proveedoras de información sobre indicadores importantes para la política monetaria que no se pueden obtener de otra manera.

La importancia para el EIO se deriva del hecho que de acuerdo con (Keynes, 1936) las rigideces de los precios son la principal fuente de los efectos reales de la política monetaria. De esta manera, resulta útil entender el comportamiento dinámico de la inflación de los precios rígidos y su relación con la inflación total. En efecto, las rigideces nominales entorpecen los mecanismos que equilibran los mercados y la función de la autoridad monetaria, en este sentido, es contrarrestar el efecto de estas para llegar al equilibrio de precios flexibles.

Por otra parte, la inflación de los rígidos pertenece a la familia de las medidas de la inflación básica que excluyen los ítems más volátiles, como son los núcleos inflacionarios y la *core*, la cual elimina los alimentos y la energía en US y los alimentos y regulados en Colombia. La única diferencia de la inflación de los rígidos con esta familia de medidas es que el criterio de exclusión es económico micro-fundamentado. De esta manera, la inflación de los rígidos podría también ser un buen predictor de la inflación total. Véase (Reiff & Várhegyi, 2013), por ejemplo.

Más importante aún, de acuerdo con el *principio de rigidez* de (Goodfriend & King, 1997), la literatura inicial sobre el indicador de inflación del que debería ocuparse el EIO en una Economía Pequeña Abierta, EPA, debería ser la inflación de los rígidos. Este hecho fué formalizado por (Aoki, 2001) y extendido por (Benigno, 2004). Véase (Mishkin, 2007), (Plosser, 2008) y (Eusepi, Hobijn, & Tambalotti, 2011) también. Sin embargo, estos resultados surgen de supuestos muy particulares sobre el grado y velocidad del *pass-through* o Traspaso de la Tasa de Cambio, TTC, el grado de utilización de importados en la producción local y la magnitud de las rigideces de los salarios. En esta literatura se reconoce a la inflación de los precios rígidos también con el nombre de inflación doméstica, (Galí & Monacelli, 2005).

Cuando estos supuestos no son válidos, la óptimalidad anterior se rompe y podría ser más adecuado establecer como objetivo una medida más amplia de la inflación como la *core* o la total. En efecto, de acuerdo con (Ha, 2002, pp 74) “elegir establecer metas sobre la inflación doméstica o la total se reduce a determinar la medida de inflación afecta los costos marginales de las firmas”⁴. En esto juega un papel fundamental la velocidad y grado del TTC, la persistencia de los choques de la tasa de cambio sobre los precios de

⁴Traducción de los autores.

las materias primas importadas y las rigideces de los salarios. Como resultado podría ser óptimo establecer metas sobre la inflación total e incluso incluir en la regla la variabilidad de alguna medida de salarios. Véase (Rhee & Turdaliev, 2013) y (Campolmi, 2014), por ejemplo.

Sin embargo, la discusión acerca de cual debería ser el objetivo del EIO en una EPA es todavía tema de discusión. Efectivamente, de acuerdo con (Araújo, 2016, pp 17) si se adicionan las propiedades de determinabilidad y aprendibilidad del equilibrio de las expectativas racionales, (Bullard & Eusepi, 2014), la regla que responde a la inflación total “no genera una mejora notable en la habilidad del banco central para promover la convergencia de la economía a un equilibrio de expectativas racionales determinable y aprendible. Adicionalmente, para esta regla, el algoritmo de aprendizaje converge lentamente o con la misma velocidad implícita de otras reglas. Como resultado, en comparación con la evaluación basada en pérdidas de bienestar, la regla que responde a la inflación total no muestra un desempeño superior desde el punto de vista de la determinabilidad y E-estabilidad”, (Bullard & Eusepi, 2014)⁵.

Por otra parte, la elección del objetivo óptimo de la política monetaria debe también responder a la conjunción entre el horizonte establecido para lograr el objetivo y la longitud de las rachas de los signos de los choques en el sector flexible. Cuando el horizonte de la política es más corto que la duración de las rachas de signos de los choques a los flexibles, la autoridad monetaria tendría que explicar permanentemente el incumplimiento de la meta.

Como resultado, la inflación de los rígidos podría no ser necesariamente el indicador sobre el cual se deberían establecer las metas en una Economía Pequeña Abierta, EPA, como Colombia, pero juega un papel importante como indicador de la tendencia inflacionaria de largo plazo, con la capacidad de informar sobre cambios en la credibilidad de la política monetaria.

La tercera razón por la cual es importante medir las inflaciones de rígidos y flexibles es por su contenido informativo. De acuerdo con Bryan and Meyer (2010) la inflación de los rígidos contiene información sobre, y se relaciona más fuertemente con las expectativas de inflación que la de flexibles, mientras que esta última se relaciona más fuertemente con las condiciones actuales de la economía (la brecha del PIB y el TTC en una EPA), que la primera. De esta manera, la inflación de los rígidos sería una tendencia muy suave en comparación con la de flexibles, la cual tendría una dinámica cíclica alrededor de la primera.

Las conjeturas propuestas por Bryan and Meyer (2010) son válidas teóricamente y fueron halladas en estudios empíricos en varias economías. Desde el punto de vista teórico, Millard and O’Grady (2012) muestran que en un modelo con dos sectores, uno flexible y otro rígido, que tienen reglas de precios tiempo dependientes, la diferencia en la fortaleza

⁵Traducción de los autores.

de la relación entre las inflaciones de rígidos y flexibles con la brecha del PIB y las expectativas surge de manera natural⁶. Reiff and Várhegyi (2013), por su parte, extendieron estos resultados a modelos con reglas de precios tanto tiempo como estado dependientes, y proponen interpretar la inflación de los rígidos como una medida alternativa de inflación básica⁷. Adicionalmente, (Reiff & Várhegyi, 2013, pp 9), “construyen una medida con base en la teoría que describe el grado de prospectividad de los precios recientemente fijados”⁸. Finalmente, la intuición de Bryan and Meyer (2010) se recoge, por ejemplo, en el modelo simple de (De Gregorio, 2007, Ec. 21.23, 21.24 y 21.26)⁹. Desde el punto de vista empírico, Millard and O’Grady (2012), Reiff and Várhegyi (2013) y Erlandsen (2014) calcularon inflaciones de rígidos y flexibles para UK, Hungría y Noruega, respectivamente, y encontraron que los hechos estilizados postulados y encontrados en US por Bryan and Meyer (2010) se cumplen para sus mediciones.

Vale la pena resaltar que la inflación de los flexibles podría dar información importante sobre el TTC. Efectivamente, las estimaciones agregadas del TTC al Índice de Precios al Consumidor, IPC, pueden estar sujetas a sesgos en sus duraciones y tamaños debido a que ignoran la heterogeneidad en la manera como los agentes fijan sus precios, es decir las reglas de precios. Ciertamente, Gopinath and Itskhoki (2010) y Aron, Macdonald, and Muellbauer (2014), por ejemplo, encuentran que al tener en cuenta las rigideces de precios se pueden encontrar medidas más precisas de la velocidad y magnitud del TTC, dos parámetros clave en la elección del objetivo óptimo de la política.

⁶En el sector flexible los precios provienen de la maximización de la utilidad sujeta a las restricciones presupuestal y de demanda, (Millard & O’Grady, 2012, pp. 16), y el sector de precios rígidos consiste de cuatro grupos de firmas que establecen sus precios de acuerdo con contratos a la Taylor a un año traslapados.

⁷Estos autores construyen un modelo con precios rígidos en el que “las firmas son heterogéneas con respecto a sus costos marginales, y enfrentan alguna forma de rigidez en sus precios, pero no se especifica su forma exacta”. La economía de precios rígidos de Calvo (1983) y los costos de menú de Golosov and Lucas (2007) se agrupan en esta especificación. Los detalles se pueden encontrar en Karádi and Reiff (2012). Traducción de los autores.

⁸Traducción de los autores.

⁹De Gregorio (2007) describe tres reglas de precios para los sectores flexible, rígido e indexado de la siguiente manera

$$\begin{aligned} p_t^{Flex} - p_t &= \kappa (y_t - \bar{y}) \\ p_t^{Rig} - p_t^e &= \sigma (y_t^e - \bar{y}) \\ p_t^{Ind} - p_{t-1}^{Ind} &= \pi_{t-1} \end{aligned}$$

donde p_t es el log IPC, p_t^{Flex} es el log de los precios flexibles, p_t^{Rig} el log de los precios rígidos, p_t^{Ind} es log de los precios indexados, y_t es el log del PIB, \bar{y} es el producto potencial, y el super-índice e denota expectativas. Estas reglas de precios tienen dos implicaciones. Primero, si el producto esperado iguala su nivel de pleno empleo, $y_t^e = \bar{y}$, los precios esperados igualan a los precios rígidos,

$$p_t^{Rig} = p_t^e$$

Y segundo, la primera ecuación del modelo implica que el precio relativo de los flexibles es proporcional a la brecha del PIB, $\hat{y}_t = y_t - \bar{y}$.

En esta nota se presentan las inflaciones de los precios *rígidos* y *flexibles* para Colombia. Los gastos básicos distintos de alimentos y regulados, la mayor desagregación públicamente disponible del IPC colombiano, se clasifican como flexibles o rígidos de acuerdo con la relación entre la duración de sus precios y un umbral. Este umbral proviene de una distribución apropiada de las duraciones de los precios obtenidas en trabajos previos sobre las rigideces de los precios en Colombia, Julio, Zárate, and Hernández (2010). Igualmente, se confirma que nuestras mediciones satisfacen los hechos estilizados de la dinámica de las inflaciones de los precios rígidos y flexibles encontrados en trabajos anteriores para otros países. También se encuentra un nuevo conjunto de hechos estilizados que se relacionan con la historia monetaria de Colombia y que podrían ser de común ocurrencia en otras EPAs-EIO.

Algunos hechos estilizados importantes fueron incluidos en un Modelo para los Precios Rígidos, MPR, del tipo que los bancos centrales utilizan para implementar el EIO, en el cual el sector externo se modela de a través de un modelo global semi estructural. El uso de un modelo para la economía global tiene un número de ventajas, entre ellas, conlleva un comportamiento consistente de las variables externas, comúnmente modeladas solo con algunos procesos autoregresivos. De manera similar, anexando el modelo de economía abierta para Colombia al modelo de la economía global, el MPR, es posible estudiar las relaciones macrofinancieras de Colombia con el resto del mundo. La parte macroeconómica de estas relaciones está dada por funciones de comportamiento para el comercio de exportaciones e importaciones. La parte financiera está dada por la transmisión del riesgo global al riesgo país. Este modelo se denota MPR-GSSM.

Esta nota se divide en cinco secciones aparte de esta introducción. En la segunda se resumen los detalles del cálculo de las inflaciones de precios rígidos y flexibles en Colombia. La tercera contiene los hechos estilizados de la dinámica de las inflaciones de rígidos y flexibles. En la cuarta se describe el modelo, sus características, calibración y estimación, además de sus resultados. En la quinta y última sección se discuten los resultados y se concluye.

2 Las Inflaciones de los Precios Rígidos y Flexibles en Colombia

Adaptamos la metodología de Bryan and Meyer (2010) para calcular las inflaciones de precios flexibles y rígidos en Colombia de la siguiente manera. Primero, calculamos los nuevos indicadores con base en 181 gastos básicos, la desagregación más fina del IPC cuyos índices son de acceso público en Colombia¹⁰. Este nivel de detalle se compara

¹⁰Este nivel de desagregación permite una clasificación más depurada especialmente para los ítems con duraciones cercanas al umbral que divide la canasta de rígidos de la de flexibles. La desagregación usada

favorablemente con los utilizados en estudios previos para otros países.

Segundo, las canastas de alimentos y bienes con precios regulados fueron excluidas de nuestros cálculos debido a que sus variaciones están dominadas por choques que no son de nuestro interés¹¹.

Tercero, los gastos básicos (excluyendo alimentos y regulados) se clasificaron como flexibles o rígidos dependiendo de un umbral que proviene de una distribución “apropiada” de las duraciones de los precios. Para efectos de este trabajo, la distribución “apropiada” debería ser la del estado estacionario actual. A pesar de que la muestra utilizada por Julio et al. (2010) contiene información sobre las duraciones de los precios solamente para el periodo 1999 a 2008, esta contiene un sub-periodo, Marzo a Agosto de 2006, cuando la inflación siguió una tendencia en forma de U con un mínimo de 4.0% en Junio de 2006. Este 4% es un valor cercano a la meta de largo plazo y por esta razón establecimos el umbral como la mediana de la distribución de las duraciones de los precios de ese periodo, 10.76 meses.¹²

Cuarto, para calcular la inflación de flexibles y rígidos, calculamos sus índices dentro de la vigencia de cada metodología; 1982-1988, 1988-1998, 1998-2008 y 2008-2016, y los encadenamos hacia atrás utilizando los últimos crecimientos observados. En comparación con otros procedimientos posibles, este minimiza la pérdida de información, Tabla A.1. Sin embargo, la agregación para obtener la inflación sin alimentos ni regulados, o la inflación total no es tan directa.

en US se baso en 45 grupos, UK en 11 grupos COICOP, Hungría en 160 categorías de productos y Noruega en 39 grupos COICOP.

¹¹Por un lado, la inflación de alimentos muestra un exceso de variabilidad debido al efecto de choques de oferta sobre los precios de alimentos perecederos, los cuales tienen un peso importante en el grupo de alimentos y en el IPC total en Colombia. Por el otro, los precios de los regulados (tales como los servicios públicos y la gasolina) están sujetos a reglas fijas de suavizamiento e indexación, no de mercado. Como resultado, la inclusión de las canastas de alimentos y regulados podría transmitir variabilidad debida a choques que se alejan de nuestros objetivos. De hecho, (Bryan & Meyer, 2010, Fig. 2) calculan medidas similares, las cuales denominan inflaciones “core” de precios rígidos y flexibles, que luego comparan con las obtenidas de la canasta total (Bryan & Meyer, 2010, Fig. 1). Esta comparación muestra una reducción substancial de la volatilidad de corto plazo de la inflación de flexibles al excluir alimentos y energía. (Millard & O’Grady, 2012, pp 9-10), por su parte, encuentran una correlación inesperadamente más alta entre la inflación de rígidos y la brecha del PIB que entre la de flexibles y la brecha del PIB, la cual parece surgir de la inclusión de precios de la energía y de los servicios públicos, por lo cual sugieren su exclusión. De manera similar, Reiff and Várhegyi (2013) excluyen los precios regulados, mientras que (Erlandsen, 2014, Fig 1b) excluye también la energía.

¹²Debido a que el umbral fue la mediana de una distribución perteneciente a la metodología de 1998, las ponderaciones del IPC sin alimentos ni regulados se distribuyen aproximadamente por mitades entre las canastas de rígidos y flexibles. En efecto, la Tabla A.1 revela que aproximadamente el 30% del IPC es rígido independientemente de la metodología, mientras que la participación de la inflación de flexibles en el IPC salta de 13.89% a 28.26% entre la primera y segunda metodología, 1982-1988 y 1988-1998. Sin embargo, desde esta última la ponderación ha permanecido estable. En la actualidad los rígidos y flexibles contienen 28.80% y 26.67% de la ponderación del IPC, respectivamente.

Como resultado, obtuvimos canastas de rígidos y flexibles similares a las de la clasificación de transables/no transables en Colombia, hecho que también se aprecia en otros países. En efecto, la mayor parte de la canasta de rígidos está conformada por servicios mientras que la canasta de flexibles contiene casi exclusivamente bienes, tal como sucede con la clasificación de transables/no transables. Esta composición es similar a las encontradas en US, UK y Noruega, pero es ligeramente distinta de la de Hungría¹³. Véase (Bryan & Meyer, 2010, Tab 1), (Bunn & Ellis, 2011, Tab A6), (Millard & O’Grady, 2012, pp 3 pié de página 1), (Erlandsen, 2014, Fig A1) y (Reiff & Várhegyi, 2013, Tab 6), respectivamente. Además, la composición de nuestras canastas de rígidos y flexibles es muy similar a las del core flexible/rígido de (Bryan & Meyer, 2010, Fig 2), y la canasta de rígidos se asemeja en alguna medida a la inflación básica alternativa propuesta por (Vargas, 2016, pp 7), excepto por los efectos de segundo orden. De manera similar, las canastas de rígidos y flexibles se asemejan a las que subyacen a las inflaciones doméstica/externa.

Con respecto a la composición interna de las canastas de rígidos y flexibles, encontramos que los gastos básicos rígidos más importantes son arriendo, 7.32%, y arriendo imputado, 11.26% de la ponderación actual del IPC, los cuales suman aproximadamente dos tercios de la canasta de rígidos. Otros gastos básicos rígidos relevantes son educación, 5.73%, y servicios de salud, 1.06% del IPC. Las ponderaciones de los gastos básicos de flexibles, a su vez, se distribuyen de manera más homogénea.

La evolución de las inflaciones de rígidos y flexibles se encuentran en la Figura B.1, junto con las de la inflación *core* y la meta de fin de año¹⁴. Las áreas sombreadas muestran los diferentes regímenes cambiarios: El área sombreada en el extremo izquierdo corresponde al esquema de minidevaluaciones, *crawling peg*, 1983T1-1990T4. Desde 1991 tuvo lugar un régimen de minidevaluación dentro de una banda, *crawling band*, el cual se mantuvo hasta 1994T1. En esta fecha se estableció un régimen convencional de banda cambiaria, el cual se abandonó en 1999T3, dando paso a la libre flotación. Este último régimen prevalece actualmente en Colombia y completó los elementos necesarios del EIO de acuerdo con Hammond (2012)¹⁵.

La Figura B.1 muestra que la inflación de flexibles tiene un comportamiento cíclico alrededor de la de rígidos, exhibiendo dos ciclos con duración de 17 y 18 años a lo largo de la muestra. Esta Figura también muestra que la volatilidad de las inflaciones de rígidos y flexibles son proporcionales a su nivel. Como resultado, la primera muestra ciclos cortos, de aproximadamente cuatro años, hasta 2005T1. Finalmente, en esta Figura se puede

¹³Este hecho es resultado de la elección endógena del umbral de duración en Hungría, donde Reiff and Várhegyi (2013) escogen este parámetro maximizando el grado de prospectividad de la inflación de los rígidos.

¹⁴La Figura B.1 muestra mediciones trimestrales debido a que las mensuales, que están también disponibles, presentan un exceso de variabilidad de corto plazo que obscurece las características de interés.

¹⁵Hasta la adopción de la libre flotación los distintos regímenes cambiarios fueron abandonados en medio de crisis cambiarias. Véase Mora, Julio, and Herrera (1991), por ejemplo.

observar que la inflación de los rígidos es el componente suave de la core¹⁶.

Como resultado, la diferencia entre las inflaciones de los flexibles y los rígidos, es decir la inflación de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos, está dominada por variaciones de naturaleza cíclica. A lo largo de la muestra se observan dos tipos de ciclos. Los de mediano plazo, de 17 años de duración se presentan a lo largo de toda la muestra, y los de corto plazo, con 4 años, que se presentan solo hasta 2005T1. Este último hecho es consistente con la reducción de la volatilidad de la inflación en la medida que esta se reduce.

Adicionalmente, vale la pena destacar de la Figura B.1 que la diferencia entre las inflaciones de rígidos y flexibles con respecto a la meta se han reducido notablemente a lo largo del tiempo, la última en menor proporción que la primera. Esto último pareciera indicar que, en la actualidad, la contribución de la inflación de flexibles a la variación de la inflación core, es substancialmente mayor que la de rígidos.

3 Hechos Estilizados de las Inflaciones de Flexibles y Rígidos y Bondad de Pronóstico

En esta sección describimos los hechos estilizados de las inflaciones de rígidos y flexibles de la siguiente manera. Primero, verificamos que los hechos encontrados en estudios previos se satisfacen en Colombia. Y segundo, mostramos otros que describen la historia monetaria reciente en Colombia, algunos de los cuales podrían ser comunes en otras EPA-EIOs.

3.1 Los Hechos Estilizados de la Dinámica de las Inflaciones de los Precios Rígidos y Flexibles en Colombia

1. La inflación de rígidos es el componente de la core que más posiblemente transmite choques permanentes tales como la reducción de la inflación de 1996-2012, una característica que comparte con las expectativas de inflación. En efecto, la Tabla A.2 muestra que las fluctuaciones de largo plazo explican un substancial 68.65% de las variaciones de la inflación de rígidos. Esta cifra viene acompañada de una contribución muy pequeña de las fluctuaciones de corto plazo, 1.83%, y una moderada contribución de fluctuaciones de mediano plazo, 29.52%. Esto se traduce en un espectro,

¹⁶Igualmente, nuestras inflaciones de rígidos y flexibles se comparan favorablemente con los “core” rígidos y flexibles de (Bryan & Meyer, 2010, Fig 2), y los ex-energía de (Millard & O’Grady, 2012, Fig 4), (Reiff & Várhegyi, 2013, Fig 4) y (Erlandsen, 2014, Fig 1b). Sin embargo, su comparación se dificulta ligeramente porque estos autores reportan inflaciones con periodicidad mensual, las cuales exhiben exceso de volatilidad.

panel izquierdo de la Figura B.2, que está dominado por oscilaciones que se repiten con baja frecuencia¹⁷.

2. A su vez, la inflación de flexibles es el componente de la core que más probablemente transmite las fluctuaciones cíclicas, tales como las originadas en la brecha del producto y los ciclos de la tasa de cambio. Efectivamente, la Tabla A.2 muestra que el aporte de las oscilaciones de largo, mediano y corto plazo a la variabilidad de la inflación de flexibles son del orden del 46.93%, 37.36% y 15.72%, respectivamente. Esto se traduce en una dominancia del espectro, panel izquierdo de la Figura B.2, por oscilaciones de corto a mediano plazo.

Estos hechos se confirman con la comparación de los espectros de los flexibles y los rígidos con el de la core de la Figura B.3. El panel inferior derecho de esta Figura muestra una gran similitud entre los espectros de los rígidos y la core, lo cual implica que el porcentaje de varianza explicada por movimientos periodicos de baja frecuencia es similar en ambos indicadores. Por su parte, el panel superior izquierdo muestra que la inflación de flexibles tiene una dominancia más alta de movimientos periodicos de alta frecuencia que la core. Como resultado, la coherencia de la core con la inflación los rígidos tiene una dominancia más alta de movimientos periodicos de baja frecuencia que la de de la core con la de flexibles.

3. Sin embargo, la correlación entre la inflación de los flexibles y los rígidos es pequeña en las frecuencias que estos indicadores son informativos. Esto sugiere que diferentes tipos de choques se transmiten a través de la inflación de los rígidos o de los flexibles, o de distinta manera. De hecho, el panel derecho de la Figura B.2 muestra que la coherencia cuadrática entre estas inflaciones (contribución a la correlación cuadrática contemporánea de 0.8^2), está dominada por fluctuaciones periódicas de corto plazo, con frecuencia entre 0.75 y 1.25, con ligeras contribuciones de oscilaciones comunes de mediano a largo plazo¹⁸.

4. La brecha del PIB se correlaciona con la brecha de la inflación de los flexibles, con mayor fortaleza que con la brecha de la de los rígidos luego de la adopción del régimen de libre flotación y/o de la recuperación de la crisis de 1998. Efectivamente, la Figura B.4 muestra en los paneles superiores que antes de 2003 la brecha de los rígidos está correlacionada con rezagos de la brecha del PIB, mientras que su correlación con la brecha futura de los flexibles se muestra comparativamente débil. Sin

¹⁷El espectro tiene dos propiedades; (i) el área por debajo del espectro es la varianza del proceso, y (ii) el área debajo del espectro en un intervalo dado de frecuencias, es la contribución a la varianza debida a las fluctuaciones dentro del intervalo. Por otra parte, la relación entre la frecuencia, f y el periodo T está dada por $f = \frac{1}{T}$.

¹⁸La coherencia cuadrática tiene dos propiedades; (i) el área por debajo de la curva es la orrelación cuadrática (contemporánea si no se dice otra cosa) de los dos procesos, y (ii) el área debajo de la coherencia en un intervalo de frecuencias es la contribución a la correlación cuadrática de las fluctuaciones dentro del intervalo.

embargo, los paneles inferiores de la misma Figura sugieren que la correlación entre las brechas pasada del PIB y la brecha actual de los flexibles parece ser más fuerte que con la de los rígidos después de 2003. Este último resultado coincide con los hallazgos en otros países.

Más precisamente, los paneles superiores de las Figuras B.5, B.6 y B.7 muestran las correlaciones cruzadas entre la brecha actual del PIB y las brechas futuras de las inflaciones de rígidos y flexibles para la muestra total, antes y después de 2002, respectivamente. Los paneles inferiores, a su vez, muestran las coherencias cuadráticas correspondientes al rezago en que las correlaciones respectivas son máximas. Las dos primeras figuras muestran una fuerte relación entre la brecha del PIB y la brecha futura de los rígidos para toda la muestra y para la muestra hasta 2002T4. Sin embargo, estas Figuras también muestran una relación muy discreta y escasamente significativa entre la brecha actual del PIB y la brecha futura de los flexibles para los mismos periodos. Estos resultados contrastan con los de la Figura B.7 que muestra una inversión de la fortaleza de estas relaciones a partir de 2003. Como resultado, la fortaleza de las correlaciones entre la brecha actual del PIB y las brechas futuras de las inflaciones de los rígidos y flexibles en Colombia se asemejan a las encontradas en otros países, solo después de 2003.

Sin embargo, la correlación entre las brechas de flexibles y rígidos con la del PIB pasado se relaciona con fluctuaciones periódicas de mediano a largo plazo, siendo más fuerte el aporte de estas fluctuaciones para los rígidos.

5. Hay una reducción importante de la variabilidad de las brechas de los rígidos y flexibles después de 2000. Este hecho se observa claramente en los dos sub-periodos en los paneles superiores de la Figura B.4. El efecto de esta reducción en la volatilidad de la brecha de rígidos es evidente en la comparación de los paneles superior e inferior izquierdo de esa Figura. En estos se puede observar que en el segundo sub-periodo la variabilidad de la brecha de los rígidos se reduce a una tercera parte de la prevalente en el primer sub-periodo. En estos paneles también se puede observar una reducción muy importante con respecto a la variabilidad de la brecha del PIB en el segundo sub-periodo, indicando un aplanamiento de la curva de Phillips de los rígidos.

6. La inflación de rígidos se relaciona con diferentes mediciones de las expectativas, en diferentes grados. Efectivamente, las Figuras B.8 y B.9 muestran la evolución de las inflaciones core, de rígidos, de flexibles, y las expectativas *Break Even* junto con las de la encuesta trimestral. Se destaca que tanto las expectativas *Break Even* como las de la encuesta trimestral siguen muy de cerca las fluctuaciones contemporáneas de la core, especialmente en la época en que esta está descendiendo. Se destaca también que la varianza de la inflación de rígidos es más pequeña que la de las mediciones de expectativas, lo cual se deduce de sus correspondientes rangos de variación. Sin embargo, la comparación de la inflación de rígidos con las expectativas de los analistas económicos, Figura B.10, revela un nivel y variabilidad semejante.

7. La inflación de rígidos se relaciona con la inflación futura. En efecto, la Figura B.11 revela que la correlación entre la inflación de rígidos, las expectativas de los analistas, las encuestas trimestral y las *break even* (las dos últimas desestacionalizadas), se correlacionan positivamente con la inflación core futura a horizontes muy cortos. Así mismo, vale la pena notar que las coherencias cuadráticas entre las expectativas y la inflación futura están dominadas por movimientos comunes de más largo plazo en comparación con la inflación de los rígidos¹⁹.

8. La variación de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos está dominada por fluctuaciones cíclicas persistentes. Una explicación tentativa de esta ciclicidad se puede obtener de los siguientes hechos. Como primera medida, escribimos inflación core como la suma ponderada de las inflaciones de los flexibles y rígidos de la siguiente manera

$$\begin{aligned}\pi_{C,t} &= \frac{\omega_{Rig}}{\omega_{Rig} + \omega_{Flex}} \pi_{Rig,t} + \frac{\omega_{Flex}}{\omega_{Rig} + \omega_{Flex}} \pi_{Flex,t} \\ &= \alpha_{Rig} \pi_{Rig,t} + \alpha_{Flex} \pi_{Flex,t}\end{aligned}\tag{1}$$

donde $\alpha_{Rig} + \alpha_{Flex} = 1$. Luego de un ajuste sencillo esta ecuación se traduce en

$$\pi_{C,t} = \pi_{Rig,t} + \alpha_{Flex} (\pi_{Flex,t} - \pi_{Rig,t})$$

la cual se puede expresar en términos de la variación de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos, $q_t^{Flex} - q_{t-4}^{Flex}$, como

$$\pi_{C,t} = \pi_{Rig,t} + \alpha_{Flex} (q_t^{Flex} - q_{t-4}^{Flex})$$

Esta última ecuación descompone la inflación core en la inflación de los rígidos más la variación ponderada de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos y tiene profundas consecuencias para la interpretación y uso de estas indicadores, las cuales exploramos más adelante.

La ciclicidad de la variación de los precios relativos se deriva de las características de la inflación de los rígidos y de la descomposición (1). En efecto, como la inflación de los rígidos en componente que responde a choques que tienen efecto de largo plazo sobre la core, el componente restante (la variación de los precios relativos) transmite las innovaciones de corto a mediano plazo, es decir efectos que revierten en el tiempo. De esta manera, el origen de esta ciclicidad se puede explicar de la siguiente manera. Como primera medida, la Figura B.12 muestra la evolución de la depreciación real en comparación

¹⁹Es importante notar que el comportamiento de las expectativas durante la bajada de la core puede generar correlaciones positivas con la inflación futura en horizontes cortos, así como también coherencias con exceso de fluctuaciones de largo plazo.

con la variación de los precios relativos. En esta se observa que los ciclos largos de estos dos indicadores son muy similares, excepto por un posible cambio en escala y nivel²⁰. Sin embargo, se destaca una correlación contemporánea alta, de 0.62, entre estas dos variables. Como segunda medida, la Figura B.14 muestra la evolución conjunta de la brecha del PIB y la variación de los precios relativos. En esta se observa una correlación negativa durante un buen periodo de la muestra. Esto obedece a que hasta 2003 los movimientos de la brecha del PIB anticiparon los movimientos de la inflación de los rígidos, lo cual se traduce en correlaciones cruzadas negativas entre la brecha del PIB y los cambios de los precios relativos futuros, paneles superiores de la Figura B.15. Estas correlaciones negativas, a su vez, se relacionan con movimientos cíclicos, que se pueden deducir de los espectros y coherencia de los paneles inferiores de la misma Figura. Como resultado, la variación de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos, un indicador altamente cíclico, parece relacionarse con las fluctuaciones, también cíclicas, de la depreciación real y de la brecha del PIB²¹. Sin embargo, es importante notar que hay un cambio substancial de la correlación entre la brecha del PIB y el cambio en los precios relativos luego de 2003.

9. Como consecuencia, existe una fuerte relación entre la tasa de depreciación real y los cambios futuros de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos, pero no tan fuerte con la brecha del PIB, especialmente después de 2003.

10. Los cambios en las volatilidades, escalas, cambios de nivel mencionados sugieren la existencia de un quiebre estructural. Este quiebre podría relacionarse con la liberación de la tasa de cambio y/o con la recuperación de la crisis de 1998. En efecto, con la adopción del régimen de libre flotación y de la recuperación de la crisis de 1998 se observan cambios en (i) las correlaciones de la brecha del PIB con la variación de los precios relativos futura, Figura B.16; (ii) las volatilidades de la inflación de los rígidos, tasa de cambio y brecha del PIB; y (iii) la pendiente de la curva de Phillips de los rígidos y flexibles, Figura B.17²². Después de 2003, sin embargo, la curva de Phillips pareciera relacionarse más con la brecha de los flexibles, pero la diferencia con la de los rígidos es muy pequeña. De la misma manera, antes de 2003 la pendiente de la relación entre la depreciación real y la brecha de la inflación core resulta prácticamente inexistente, mientras que para la brecha de los flexibles es importante y positiva. Para el periodo posterior a 2003, se muestra muy claramente una pendiente positiva y grande en la relación entre la depreciación y la brecha de los flexibles, y una nula para la brecha de los rígidos.

²⁰El efecto de este cambio de nivel se puede observar en la figura B.13, cuyo panel superior izquierdo (para la muestra total) se muestra substancialmente más persistente que el superior derecho (para la muestra después de 2013). Como resultado, los espectros y coherencia de la depreciación y los cambios de los precios relativos aparecen dominados por frecuencias cortas (paneles inferior izquierdo y derecho), respectivamente.

²¹Con respecto a la dominancia del componente cíclico en la dinámica de la tasa de cambio véase Julio (2017).

²²Esta Figura es similar a la reportada por (Bryan & Meyer, 2010, Fig. 3).

11. En comparación con los niveles anteriores a 1996, la inflación podría estar muy cerca de alcanzar un estado estacionario único en algún momento entre 2000 y 2005. Dos hechos se refuerzan para sugerir esta cercanía. Como primera medida, la inflación, en especial la de los rígidos, se redujo substancialmente en la segunda parte de la muestra. Como segunda, esta reducción viene acompañada de una disminución igualmente importante de su volatilidad, especialmente la de los rígidos.

12. Como consecuencia de la convergencia a un estado estacionario único, los choques a la inflación de alimentos, flexibles y regulados toman mayor relevancia. Efectivamente, la Figura B.18 muestra que los alimentos, flexibles y regulados son, en su orden, los más importantes en la explicación de los cambios de la inflación anual. Los rígidos, por su parte, son los que contribuyen menos a las variaciones de la inflación total.

3.2 La Inflación de los Precios Rígidos como Indicador de Expectativas y de Inflación Futura

Para determinar bondad de la inflación de los precios rígidos estudiamos dos aspectos distintos. Primero, estudiamos sus propiedades como indicador de expectativas. Y segundo, su grado de prospectividad, *forward-lookingness*. Estos análisis se realizan en comparación con las expectativas de los analistas económicos. Esta elección obedece al hecho que estas parecen superiores que otras mediciones en por lo menos uno de los aspectos mencionados.

3.2.1 La Formación de las Expectativas en la Inflación de los Precios Rígidos

Con el fin de establecer el comportamiento de la inflación de los rígidos como indicador de expectativas, estimamos la siguiente ecuación de determinación de las expectativas

$$\begin{aligned} \pi_{C,t+h|t}^e = \alpha_1 \pi_{C,t+h|t}^{Ra} + (1 - \alpha_1) \times & \left[\pi_{C,t-1|t-h-1}^e + \alpha_2 (\pi_{C,t+h-1|t-1}^e - \pi_{C,t-1|t-h-1}^e) \right. \\ & + \alpha_3 (\pi_{C,t-1} - \pi_{C,t-h-1}) + \\ & \left. + \alpha_4 (\pi_{C,t-1} - \pi_{C,t-1|t-h-1}^e) \right] + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

donde $\pi_{C,t+h|t}^e = E_t [\pi_{C,t+h}]$ son las expectativas de inflación core, las cuales se reemplazan por las de los analistas o por la inflación de rígidos ($\pi_{Rig,t}$), $\pi_{C,t}$ es la inflación core observada, $\pi_{C,t+h|t}^{Ra}$ son las expectativas racionales, que reemplazamos por la observada h periodos adelante, $\pi_{C,t+h}$.

La ecuación (2) es una adaptación de una semejante que proviene de Gerberding (2001), Carlson and Valev (2002), y (Heinemann & Ullrich, 2006, ecs. 11 y 12). De acuerdo con estos últimos, el coeficiente importante es α_1 ya que cuando $\alpha_1 = 1$ tenemos el caso

de expectativas racionales puras. En otro caso, la parte “pragmática” de la formación adaptativa de las expectativas se activa²³.

Estimamos la ecuación (2) por el Método Generalizado de Momentos, GMM, véase Hall (2004) con base en una muestra efectiva que cubre el periodo 2002T1-2015T3 y $h = 3$. Como instrumentos se propusieron cuatro rezagos de la inflación core, la brecha del PIB, la inflación del petróleo en moneda local y la tasa de interés de los CDTs a 90 días. Sin embargo, la estimación final se basó en dos rezagos. En la especificación final se excluyeron los coeficientes no significativos y no razonables, quedando la ecuación estimada

$$\pi_{Rig,t} = 0.22 \times \pi_{C,t+3} + (1 - 0.22) \times \pi_{Rig,t-4} + \hat{\varepsilon}_t \quad (3)$$

(3.52)

donde la estadística t con desviación estándar calculada por el método de Newey-West se encuentra entre paréntesis. Así mismo, la prueba de sobre-identificación, es decir la de valor esperado de los momentos igual a cero, asume un valor de $J = 11.10$ con un valor P de 0.13, lo cual muestra la validez de la elección de los instrumentos.

El modelo estimado (3) sugiere que el 22% de la inflación de rígidos se relaciona con expectativas racionales a tres trimestres y el restante 78% es un componente adaptativo. El tamaño aparentemente reducido de α_1 se explica por dos razones. Como primera medida, las variaciones de la inflación core durante el periodo muestral están dominadas por las de la inflación de flexibles. Como segunda medida, el periodo muestral es reducido. De esta manera, este coeficiente podrá estar sub-estimado. A pesar de esto, (Heinemann & Ullrich, 2006, Tabla 5) permiten un punto de comparación. Estos autores reportan que antes de la entrada en vigencia del Banco Central Europeo, ECB, las encuestas de expectativas contenían 13% de expectativas racionales a seis meses. Luego de la entrada en vigencia del ECB estas contenían 18%. Nuestro 22% se compara favorablemente con estos valores y con el 12% de su ecuación (14).

Como conclusión, la inflación de rígidos parece contener un 22% de expectativas racionales a tres trimestres. Sin embargo, es importante notar que este resultado proviene de una muestra pequeña.

3.2.2 Bondad de Pronóstico

Con el fin de evaluar la bondad de los pronósticos de la inflación core derivados de los precios rígidos, los comparamos con los que se obtienen usando las expectativas de los

²³De acuerdo con estos autores esta ecuación permite determinar cambios en la credibilidad de la política monetaria después de un cambio de régimen. En efecto, cuando α_1 se reduce después del cambio de régimen, los agentes expresan una mayor incertidumbre con respecto a las preferencias de la autoridad monetaria durante el segundo régimen, alejándose de las expectativas insesgadas para volver a reglas simples de indexación.

analistas económicos. Para esto, estimamos tres ecuaciones distintas que han sido utilizadas anteriormente para trabajos similares.

La primera ecuación fue utilizada por Reiff and Várhegyi (2013) y Erlandsen (2014) y proviene de Cogley (2002) y Amstad and Potter (2009).

$$\pi_{C,t+h} - \pi_{C,t} = \alpha + \beta \times (X_t - \pi_{C,t}) + \varepsilon_{t+h} \quad (4)$$

donde X_t es la inflación anual de los rígidos observada en t o las expectativas medias de los analistas en t con respecto a la inflación un año adelante, y $\pi_{C,t}$ es la inflación core anual observada en t .

La segunda ecuación fue propuesta por Reiff and Várhegyi (2013)

$$\frac{\left(\sum_{i=1}^h \pi_{C,t+i}^T\right)}{h} = \alpha + \beta(B)X_t + \varepsilon_{t+h} \quad (5)$$

donde $\pi_{C,t}^T$ es la inflación core trimestral anualizada desestacionalizada.

La tercera ecuación es una curva de Phillips simple de la forma

$$\pi_{C,t}^T = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k \pi_{C,t-k}^T + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{t-k} + \sum_{k=1}^L \delta_k \hat{y}_{t-k} + \sum_{k=1}^M \theta_k \Delta q_{t-k} + \varepsilon_t \quad (6)$$

donde \hat{y}_t y Δq_t son la brecha del PIB y la depreciación real trimestral anualizada en t , respectivamente.

Los pronósticos se realizaron de manera secuencial partiendo de especificaciones fijas para los modelos (6) y (5) utilizando la máxima muestra efectiva común que permiten los regresores. Estas especificaciones fueron estimadas adicionando secuencialmente una observación hasta completar las 18 posibles. Para cada muestra se realizaron pronósticos a horizontes hasta de 8 trimestres, y se calcularon los errores de pronóstico correspondientes para cada horizonte. Como resultado, se obtuvieron 18 cosechas de errores de pronóstico con horizontes desde 1 hasta 8 trimestres.

La evaluación de los pronósticos incluyó tanto estadísticas convencionales como pruebas formales. Las Tablas A.3-A.5 muestran el MAE (Error Medio Absoluto de pronóstico) y el RMSE (la Raíz Cuadrada del Error Cuadrático Medio de Pronóstico) para cada modelo, respectivamente. A su vez, las Tablas A.6-A.8 contienen los resultados de la adaptación de la prueba de Jonckheere (1954) propuesta por Martínez, Hernández, and Julio (2014) y la prueba de Giacomini and White (2006). La diferencia entre las pruebas de Jonckheere (1954) y la de Giacomini and White (2006) es que la primera prueba el orden estocástico de los errores cuadráticos de pronóstico mientras que la segunda realiza esta comparación sobre sus valores esperados. Bajo la hipótesis nula los pronósticos derivados de los dos

regresores son equivalentes, mientras que bajo la alternativa el derivado con la inflación de los rígidos es mejor.

Sin embargo, las estadísticas de evaluación de pronósticos no dan una imagen clara sobre la significancia de la diferencia entre pronosticar con la inflación de rígidos y las expectativas de los analistas. En efecto, la Tabla A.3 sugiere la superioridad de pronosticar utilizando la inflación de los rígidos ya que sus MAE y RMSE son inferiores a todos los horizontes con el modelo (4). Sin embargo, las Tablas A.4-A.5 muestran una conclusión contraria.

A pesar de esto, los resultados de las pruebas formales de evaluación de pronósticos de las Tablas A.6-A.8 apuntan a que la inflación de rígidos podría contener más información sobre la inflación futura que las expectativas de los analistas. Esto es resultado de que las pruebas favorecen la dominancia estocástica y del mayor Error Cuadrático Medio, ECM, de los pronósticos derivados de las expectativas de los analistas a varios horizontes de pronóstico para el modelo (4), Tabla A.6. En adición, las Tablas A.7-A.8 no muestran diferencias significativas entre los pronósticos de los modelos (5) y (6). Como resultado, la inflación de rígidos pareciera ser ligeramente superior que las expectativas de los analistas con respecto al pronóstico de la inflación.

Sin embargo, este resultado se debe tomar con cuidado ya que se obtuvo a partir de una muestra corta, 18 cosechas de pronóstico, los cuales podrían depender de características idiosincráticas del periodo muestral.

4 El Modelo

En esta sección presentamos un modelo para la inflación de precios rígidos. El Modelo de Precios Rígidos (MPR) es un modelo semi estructural. Los modelos semi estructurales pertenecen a la tradición de la nueva síntesis neoclásica (NNS) en la cual la política monetaria tiene efectos sobre el producto en el corto plazo pero es neutral en el largo plazo. En los modelos semi estructurales las principales ecuaciones pueden ser derivadas de los fundamentales; sin embargo, la optimización puede ser omitida por simplificación. Estas ecuaciones son por lo general una curva de Phillips, una ecuación de demanda agregada, una regla de política monetaria y una ecuación de paridad abierta de intereses.

Los modelos semiestructurales para el análisis de políticas se originaron en (Svensson, 1999) y (McCallum & Nelson, 2000) y fueron incorporados a la formulación de la política monetaria con la implementación de la estrategia de inflación objetivo en una serie de países. En Colombia el primer modelo semiestructural aplicado a la formulación de la política monetaria dentro de la estrategia de inflación objetivo comenzó a utilizarse en el año 2000, es el llamado Modelo de Mecanismos de Transmisión, MMT, (Gómez & Julio, 2004).

Desde entonces el MMT ha sido utilizado en el Banco de la República como herramienta de pronóstico y análisis de política y hasta 2017 se utilizó para el Informe de Inflación del Banco de la República en la construcción de la proyección central de los *Fan Charts* de inflación y crecimiento del producto.

En comparación con el MMT, el MPR que se presenta aquí desglosa la inflación core en inflación de rígidos y flexibles y utiliza procesos estocásticos mejorados para las variables latentes. De esta manera, el MPR hace abstracción de la inflación de los precios de los alimentos y la energía y en cambio se centra en la inflación de los precios rígidos y flexibles. De otro lado, el MPR se integra a un modelo de la economía global que permite estudiar las relaciones macrofinancieras con el resto del mundo, este tema se desarrolla en otro artículo, (Gómez, 2017).

Los mecanismos de transmisión del MPR aparecen en la Figura B.19. La parte superior del diagrama muestra el MPR; la región inferior muestra el resto del mundo, conformado por un modelo de economía cerrada para la economía global.

Según la Figura B.19, los mecanismos de transmisión del MPR son el de demanda agregada (tasa de interés, absorción, brecha del producto, inflación de rígidos), el canal directo de tasa de cambio (tasa de interés, tasa de cambio, precio relativo de los flexibles, inflación de rígidos) y el canal indirecto de tasa de cambio (tasa de interés, tasa de cambio, exportaciones e importaciones, brecha del producto, inflación de rígidos)²⁴.

Pasando a las ecuaciones del modelo, la inflación de precios rígidos está dada por la curva de Phillips

$$\pi_{Rig,t} = \pi_{Rig,t}^e + \nu_{Rig,y} \hat{y}_t + \nu_{Rig,q^{Flex}} \Delta q_{t-1}^{Flex} + \varepsilon_t^{\pi^{Rig}} \quad (7)$$

donde $\pi_{Rig,t}^e$ son las expectativas de la inflación de los rígidos, \hat{y}_t es la brecha del producto y el término Δq_{t-1}^{Flex} es la primera diferencia del precio relativo de los bienes con precios flexibles²⁵. En la curva de Phillips (7) la inflación de precios rígidos es relativamente prospectiva (*forward looking*), es decir, $\nu_{Rig,\pi}$ es mayor al valor del coeficiente análogo de la curva de Phillips de los precios flexibles. La razón es que quienes fijan los precios de forma poco frecuente deben tener en cuenta los choques futuros en mayor medida. De otro lado, el precio relativo de los bienes flexibles con respecto a los rígidos, q_{t-1}^{Flex} , forma parte de la curva de Phillips porque los aumentos en la inflación total tienden a reflejarse en la inflación de precios del año siguiente²⁶. Estos efectos sobre la inflación de rígidos son

²⁴Los mecanismos de transmisión del modelo global se presentan en (Gómez, 2017). Estos canales incluyen el canal de riesgo sistémico (tasa de interés externa, riesgo global, riesgo país, absorción, brecha del producto, inflación de rígidos).

²⁵Todos los coeficientes son no negativos.

²⁶En Colombia, el límite de aumento de los arriendos es la inflación de IPC del año anterior.

retrospectivos (*backward looking*) y de segunda ronda ²⁷. Por último, en la inflación de precios rígidos, el efecto de la brecha del producto $\nu_{Rig,y}$ es relativamente pequeño, también comparado el coeficiente análogo perteneciente a la curva de Phillips de los flexibles.

En la curva de Phillips (7), el término $\Delta q_t^{Flex} \equiv 4(q_{Flex,t} - q_{Flex,t-1})$ es la diferencia del precio relativo de los flexibles definido como

$$q_t^{Flex} \equiv p_t^{Flex} - p_t^{Rig}$$

y p_t^{Rig} es el (logaritmo del) precio de los rígidos, actualizado en el modelo mediante la ecuación $p_t^{Rig} = p_{t-1}^{Rig} + 0.25\pi_t^{Rig}$. De igual forma, p_t^{Flex} es el (logaritmo del) precio de los bienes flexibles, actualizado de forma similar.

Las expectativas de inflación de precios rígidos son una variable no observada, que sigue la ecuación

$$\pi_{Rig,t}^e = \nu_{Rig,\pi} \pi_{Rig,t+1|t} + (1 - \nu_{Rig,\pi}) \pi_{Rig,t-1}^e + \varepsilon_t^{\pi_{Rig}^e} \quad (8)$$

donde $\pi_{Rig,t+1|t}$ es la expectativa racional, es decir, definida por el modelo, de la inflación de rígidos un trimestre adelante y $\varepsilon_t^{\pi_{Rig}^e}$ es un choque a las expectativas de inflación de rígidos. El choque $\varepsilon_t^{\pi_{Rig}^e}$ es útil para estudiar la respuesta de la inflación a un choque en las expectativas. Las expectativas $\pi_{Rig,t}^e$ conforman un proceso no observable que se puede filtrar. No obstante, la varianza del choque a las expectativas, relativa al choque en la inflación de rígidos no puede ser identificada sin datos de expectativas de inflación de rígidos. Por lo tanto, aquí utilizamos el choque $\varepsilon_t^{\pi_{Rig}^e}$ para estudiar las funciones impulso respuesta; concretamente, la respuesta de la inflación de rígidos a un choque en las expectativas de inflación de rígidos. Sin embargo, no estimamos las expectativas de inflación, en vez de esto, calibramos la varianza de este error en cero de forma que en los ejercicios de descomposicdn histórica y de varianza el choque a la curva de Phillips $\pi_{Rig,t}^e$ incluyan tanto choques a la inflación de rígidos como a sus expectativas.

Pasando a la inflación de precios flexibles, esta está dada por la siguiente curva de Phillips:

$$\pi_{Flex,t} = \pi_{Flex,t}^e + \nu_{Flex,y} \hat{y}_{t-1} - \nu_{Flex,q} \hat{q}_{t-1} + \nu_{Flex,qrer} \hat{q}_{CO|WO,t-1} + \varepsilon_t^{\pi_{Flex}^e} \quad (9)$$

donde $\hat{q}_{CO|WO,t-1}$ es la tasa de cambio real multilateral de la economía pequeña y abierta contra el resto del mundo y $\pi_{Flex,t}^e$ son las expectativas de inflación de los precios flexibles que siguen la ecuación

$$\pi_{Flex,t}^e = \nu_{Flex,\pi} \pi_{Flex,t+1|t} + (1 - \nu_{Flex,\pi}) \pi_{Flex,t-1}^e + \varepsilon_t^{\pi_{Flex}^e} \quad (10)$$

²⁷Desde un punto de vista más teórico, el precio relativo de los flexibles pertenece a la curva de Phillips de los rígidos por los argumentos señalados en Woodford (2003, p. 203).

La inflación core se puede obtener mediante la expresión

$$\pi_{C,t} = \frac{\omega_{Rig}}{\omega_{Rig} + \omega_{Flex}} \pi_{Rig,t} + \frac{\omega_{Flex}}{\omega_{Rig} + \omega_{Flex}} \pi_{Flex,t} \quad (11)$$

donde $\pi_{C,t}$ es la inflación básica y ω_{Rig} y ω_{Flex} denotan la participación de los precios rígidos y flexibles en el IPC total.

En cuanto a la regla de política, ésta intenta caracterizar a una autoridad monetaria que busca un objetivo de inflación en el futuro, es decir, después del rezago en el efecto de las acciones de política monetaria sobre la inflación. La función de reacción es

$$i_t = \bar{v}_t + \delta_\pi \hat{\pi}_{c,t+k|t} + \varepsilon_t^i \quad (12)$$

donde i_t es la tasa de interés de política, \bar{v}_t es la tasa de interés natural nominal, $\hat{\pi}_{c,t+k|t}$ es el pronóstico de inflación básica k periodos adelante con información disponible hasta el período t y ε_t^i es un choque de política monetaria. En el modelo utilizamos $k = 5$ que puede considerarse como el rezago en el que comienzan los mayores efectos de la política monetaria sobre la inflación. La brecha del producto no hace parte de la regla de política (12), aunque lo hace de forma implícita, porque en las ecuaciones (7) y (9) la inflación de rígidos depende de la brecha del producto²⁸.

En la regla de política (12) la tasa de interés natural nominal es igual a la suma de la tasa de interés natural (real) y la meta implícita de la inflación para la inflación de rígidos

$$\bar{v}_t = \bar{r}_t + \bar{\pi}_{c,t} \quad (13)$$

donde el primer término del lado derecho es la tasa de interés natural y el segundo es la meta de inflación implícita de la inflación de los precios rígidos. Como es natural, la meta de inflación implícita se obtiene como variable no observada ya que el banco central no fija metas de inflación de rígidos. En la ecuación (13), la tasa de interés natural es el valor de largo plazo de la tasa de interés real, donde la tasa de interés real se define como

$$r_t = i_t - \pi_{C,t+1|t} \quad (14)$$

Por último, las tasas de inflación de rígidos y flexibles se desagregaron entre ruido y señal en la forma

$$\pi_{Rig,t}^{NS} = \pi_{Rig,t} + \varepsilon_{Rig,t}^N \quad (15)$$

$$\pi_{Flex,t}^{NS} = \pi_{Flex,t} + \varepsilon_{Flex,t}^N \quad (16)$$

²⁸En otras palabras, la ausencia de la brecha del producto en la regla de política no significa necesariamente que el banco central ignora la actividad económica; sin embargo, un análisis de la regla de política y su efecto sobre los objetivos del banco central debe ir más allá de los coeficientes de la regla (ver (Svensson, 2004)).

donde $\pi_{Rig,t}^{NS}$ es la inflación de precios rígidos (ruido más señal), $\pi_{Rig,t}$ es la (señal de la) inflación de precios rígidos y $\varepsilon_{Rig,t}^N$ es el ruido en la inflación de los precios rígidos. Las variables $\pi_{Flex,t}^{NS}$, $\pi_{Flex,t}$ y $\varepsilon_{Flex,t}^N$ son definidas de forma análoga.

La desagregación entre ruido y señal se realizó en conjunto con la estimación de las demás variables no observadas del modelo. La desagregación ayuda a mejorar el ajuste de las curvas de Phillips y sus pronósticos. La inflación anual de rígidos observada, $\pi_{Rig,t}^{4,NS}$, y su señal, $\pi_{Rig,t}^4$, presentan una correlación de 0.958 por ciento. Las medidas observadas y de señal para el caso de la inflación de flexibles están correlacionadas al 0.933 por ciento.

Pasando a la ecuación de demanda agregada, esta está dada por

$$\hat{y}_t = \sigma_1 \hat{y}_{t+1|t} + \sigma_2 \hat{y}_{t-1} - \sigma_r \hat{r}_t + \sigma_q \hat{q}_{CO|WO,t} + \sigma_{WO} \hat{y}_{WO,t} + \varepsilon_t^{\hat{y}} \quad (17)$$

donde la brecha del producto depende negativamente de la tasa de interés real y positivamente de la tasa de cambio y el producto externo ²⁹.

La tasa de cambio real está definida por la condición de paridad abierta de la tasa de cambio. En la forma en que se usa aquí, la paridad abierta dicta el comportamiento de la tasa de cambio real multilateral $q_{CO|WO,t}$, que es un promedio ponderado de las tasas de cambio reales bilaterales. La ecuación de paridad es la siguiente:

$$q_{CO|WO,t} = q_{CO|WO,t+1|t} - 0.25 (r_{Det,t} - r_{WO,Det,t}) + \chi_{CO|WO,t} \quad (18)$$

donde $q_{CO|WO,t}$ es el logaritmo de la tasa de cambio real multilateral contra la economía global, $r_{Det,t}$ es la tasa de interés real sin tendencia, $\chi_{t-1}^{j|US}$ es el residuo de la paridad de intereses abierta. En la ecuación (18), a diferencia de las demás ecuaciones del modelo para Colombia, se hace explícito el subíndice CO , para señalar que se trata de la tasa de cambio de la economía pequeña y abierta contra el resto del mundo.

Quedan por definir las variables para el resto del mundo, a saber, la brecha del producto global $\hat{y}_{WO,t}$ y la tasa de interés real $r_{WO,Det,t}$. Estas variables siguen el modelo de economía global de (Gómez, 2017).

Ahora pasamos a describir los procesos estocásticos para las variables latentes. El producto potencial sigue el proceso estocástico dado por las ecuaciones

$$\begin{aligned} \bar{y}_t &= \bar{y}_{t-1} + 0.25 \gamma_t^{\bar{y}} + \varepsilon_t^{\bar{y}} \\ \gamma_t^{\bar{y}} &= \alpha_3 \gamma_{t-1}^{\bar{y}} + (1 - \alpha_3) \gamma_t^{\bar{y},ss} + \varepsilon_t^{\gamma^{\bar{y}}} \end{aligned}$$

²⁹La demanda agregada toma aquí la versión más simplificada posible. En la versión del modelo ampliada con las relaciones macrofinancieras, (Gómez, 2017), se encuentra una versión más elaborada de la demanda, incluyendo una desagregación entre absorción exportaciones e importaciones, el índice de condiciones financieras y los términos de intercambio.

Por su parte, la tasa de interés real sigue el proceso dado por la siguiente descomposición:

$$\begin{aligned}\bar{r}_t &= \bar{r}_{Det,t} + \bar{r}_{Trend,t} \\ \bar{r}_{Det,t} &= \alpha \bar{r}_{Det,t-1} + (1 - \alpha) \bar{r}_{Det,ss} + \varepsilon_t^{\bar{r}_{Det}} \\ \bar{r}_{Trend,t} &= \bar{r}_{Trend,t-1} + 0.25 \gamma^{\bar{r}_{Trend}} \\ \gamma_t^{\bar{r}_{Trend}} &= \beta \gamma_{t-1}^{\bar{r}_{Trend}} + \varepsilon_t^{\gamma^{\bar{r}_{Trend}}}\end{aligned}$$

donde $\bar{r}_{Det,t}$ es la tasa de interés natural sin tendencia y $\bar{r}_{Trend,t}$ es el componente tendencial de la tasa de interés natural.

Pasando a la tasa de cambio real, su nivel latente sigue las ecuaciones

$$\bar{q}_{CO|US,t} = \gamma_t^{\bar{q}_{CO|US}} + \bar{q}_{j|US,t-1} + \varepsilon_t^{\bar{q}_{CO|US}} \quad (19)$$

$$\gamma_t^{\bar{q}_{CO|US}} = \zeta \gamma_{t-1}^{\bar{q}_{CO|US}} + (1 - \zeta) \gamma^{\bar{q}_{WO|US,ss}} + \varepsilon_t^{\gamma^{\bar{q}_{WO|US}}} \quad (20)$$

donde el residuo de la paridad abierta $\chi_{CO|WO,t-1}$ se desglosa en sus componentes latente y de desviación en la forma

$$\chi_{CO|WO,t-1} = \hat{\chi}_{CO|WO,t-1} + \bar{\chi}_{CO|WO,t-1} \quad (21)$$

donde el componente latente está definido en base a la ecuación de paridad en forma latente en la forma

$$\bar{\chi}_{CO|WO,t-1} \equiv \bar{q}_{CO|WO,t} - \bar{q}_{CO|WO,t+1|t} + 0.25 (\bar{r}_{Det,t} - \bar{r}_{WO,Det,t}) \quad (22)$$

y donde el componente en desviación se obtiene como un residuo.

5 Los datos

Los datos son trimestrales para el período 2001T4–2017T2. Las fuentes son: DANE para el IPC desagregado por gastos básicos y las cuentas nacionales y Banco de la República para las tasas de interés y la tasa de cambio.

Las fuentes de los datos para las variables relativas al resto del mundo son: Bloomberg Financial Services para las tasas de cambio; bancos centrales nacionales, IMF International Financial Statistics (IFS) y OECD Statistics para las tasas de interés; departamentos de estadística nacionales, bancos centrales, OECD Statistics, Eurostats y FMI para el PIB; y departamentos de estadísticas nacionales, bancos centrales nacionales, Eurostats y OECD Statistics para la inflación sin alimentos y energía³⁰.

³⁰Una descripción maás detallada de las fuentes de los datos referentes al resto del mundo se encuentra en (Gómez, 2017).

6 Calibración y estimación

Algunos de los parámetros calibrados se muestran en la Tabla A.9 . Dentro de estos se encuentran, en la ecuación para la inflación de rígidos (7), el grado de prospectividad de la curva de Phillips $\nu_{Rig,\pi}$; en la ecuación para la inflación de flexibles (9), el parámetro análogo $\nu_{Flex,\pi}$. Estos parámetros fueron calibrados teniendo en cuenta la respuesta de la inflación de rígidos y flexibles a choque de política monetaria y de expectativas. En la regla de política (12), se calibró el coeficiente que multiplica el pronóstico de inflación, δ_π , teniendo en cuenta la respuesta de la tasa de interés a un choque en la inflación sin alimentos ni regulados.

La estimación de los parámetros se realizó por métodos Bayesianos. Se simuló de la distribución posterior de los parámetros a través de la versión adaptativa del algoritmo de Metrópolis de caminata aleatoria. Para esto, se obtuvo una estimación de la matriz de varianzas y covarianzas de la posterior de los parámetros y del máximo de dicha distribución de la siguiente manera. Primero, se encontró una aproximación al máximo de esta distribución por medio del algoritmo de enjambre de partículas, *Particle Swarm*. Segundo, se inició un algoritmo de Newton-Raphson (NR) en el resultado de varias generaciones de enjambres de partículas, terminando en el máximo de la distribución posterior. Con estos parámetros, el máximo y matriz de varianzas y covarianzas, se obtuvieron muestras de la posterior. Estas simulaciones se utilizaron para estimar las densidades marginales posteriores y sus momentos. Finalmente, se verificó que la función de verosimilitud marginal convergiera a un máximo para cada uno de los parámetros estimados.

Los hiper-parámetros de las distribuciones a priori de los parámetros se obtuvieron de un análisis de las funciones impulso respuesta y ejercicios de descomposición de errores. Estos hiper-parámetros, en conjunto con las medias y desviaciones estándar de las posteriores marginales se encuentran en la Tabla A.10.

7 Resultados

De acuerdo con los ejercicios de impulso respuesta, la inflación de rígidos responde más y de forma más permanente a las expectativas de inflación que la inflación de flexibles (Figura B.20). Entretanto, frente a los choques de brecha del producto y tasa de cambio la inflación de rígidos responde menos que la inflación de flexibles (Figuras B.21 y B.22).

De acuerdo con la descomposición histórica, Figuras B.23 a B.26, la inflación de rígidos se explica por los choques a ella misma (la mayor parte de los “choques restantes” en la Figura B.23). La contribución de los choques a la inflación de rígidos incluye la de los choques a las expectativas de inflación de rígidos, debido a que no es posible identificar

el aporte de las expectativas a la descomposición histórica sin datos de expectativas de inflación de rígidos.

Otros choques que alcanzan a afectar la inflación de rígidos son aquellos a la tasa de cambio y a la inflación de flexibles, dado el efecto del precio relativo de los flexibles en la curva de Phillips de rígidos. Estos son los efectos de segunda ronda.

En cuanto a la inflación de flexibles, en la Figura B.24, se explica por choques a la tasa de cambio, a la brecha del producto y por los choques propios. Los choques propios (la mayor parte del área correspondiente a los choques restantes de la Figura) incluyen tanto los choques a la inflación de flexibles como a las expectativas de inflación de flexibles.

Pasando a los resultados de descomposición de varianza, en la Tabla A.11, la volatilidad de la inflación sin alimentos ni regulados está explicada en su mayor parte por choques a la inflación de flexibles, mientras que los choques a la inflación de rígidos tienen una importancia menor. Esto se debe a que la inflación de rígidos tiene menor variabilidad que la de flexibles, aunque ambas tienen una participación similar en la inflación sin alimentos ni regulados. Debido a la mayor importancia de los choques a la inflación de flexibles en los errores de pronóstico de la inflación básica, estos choques también cobran más importancia que los de rígidos en la descomposición de varianza de variables macroeconómicas como las tasas de interés, la brecha del producto y el crecimiento del PIB (Figuras B.25 y B.26).

Conviene analizar los resultados relativos a la inflación de rígidos como un todo. Primero la inflación de rígidos es poco volátil, una consecuencia del período en estudio que comienza después del cambio de régimen monetario y una vez la inflación de rígidos se ha estabilizado. Segundo, tiene una respuesta relativamente alta a las expectativas y tanto los choques a las expectativas como a la inflación misma son importantes para explicar tanto la descomposición histórica como la descomposición de varianza. Tercero, se explica también por efectos de segunda ronda de la inflación de flexibles, estos efectos parecen más predecibles pues aparecen especialmente en la descomposición histórica pero no alcanzan a cobrar importancia en la descomposición de varianza.

8 Conclusiones e Implicaciones de Política

La inflación core se puede expresar en términos de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos, q_t^{Flex} , como

$$\pi_{C,t} = \pi_{Rig,t} + \alpha_{Flex} \left(q_t^{Flex} - q_{t-4}^{Flex} \right)$$

donde se descompone la inflación core en la inflación de los rígidos más la variación de los precios relativos de los flexibles sobre los rígidos.

La Figura B.27 muestra la descomposición de la ecuación anterior. El área azul corresponde a la inflación de los rígidos, la línea negra muestra la dinámica de la inflación core (sin alimentos ni regulados), y el área roja es la variación poderada del precio relativo de los flexibles sobre los rígidos. En esta Figura se observa la naturaleza cíclica de la variación de los precios relativos, la cual exhibe dos ciclos completos, 1983T1-1998T4 y 1999T1-2015T1, con periodos de 16 y 15 años respectivamente, y con amplitudes y fases variables. Como resultado, la inflación de los rígidos resulta ser una tendencia muy suave alrededor de la cual se mueven las variaciones de los precios relativos, las cuales tienen un comportamiento cíclico muy similar al de la depreciación real.

Como indicador de la tendencia inflacionaria, encontramos que la inflación de los rígidos contiene información sobre las expectativas y la inflación futura, esta última en horizontes largos. Este resultado proviene del doble papel que juega tanto en la elección del objetivo del EIO en una EPA, así como también como indicador de la mejor información disponible sobre los choques futuros que enfrenta un agente que no cambia sus precios con frecuencia. Como resultado, la inflación de los rígidos resulta ser el componente que transmite las innovaciones con efecto de largo plazo, es decir de expectativas.

Como resultado, los cambios repentinos y permanentes de la inflación de los precios rígidos podrían indicar el desanclaje de las expectativas.

Por su parte, la variación de los precios relativos de los flexibles con respecto a los rígidos es un proceso cíclico con fases largas que semeja de manera importante los ciclos de la depreciación real. Esta observación resalta la dominancia del efecto de la depreciación sobre la variación de los precios relativos. Sin embargo, la relación entre estos dos indicadores está sujeta a los cambios en la variabilidad de la depreciación debido a la adopción de la libre flotación y la recuperación de la crisis de finales de los noventa. Finalmente, la semejanza de estos indicadores sugiere que las mediciones desagregadas del TTC pueden ser más informativas sobre su grado y magnitud que las basadas en datos agregados. Estos parámetros son clave para determinar el objetivo del EIO en una EPA.

Algunos hechos estilizados importantes fueron incluidos en un Modelo para los Precios Rígidos, MPR, acoplado un modelo global semi estructural. El MPR se integra a un modelo de la economía global que permite estudiar las relaciones macrofinancieras con el resto del mundo, tema que se desarrolla en (Gómez, 2017).

Las funciones de impulso respuesta y descomposición de errores de las variables clave reproducen los principales hechos estilizados reportados a saber. Primero, la inflación de rígidos responde más y de forma más permanente a las expectativas de inflación que la inflación de flexibles. Segundo, frente a los choques de brecha del producto y tasa de cambio la inflación de rígidos responde menos que la inflación de flexibles. Y tercero, la inflación de flexibles se explica principalmente por choques a la tasa de cambio, a la brecha del producto y por los choques propios.

Finalmente, un tema central a la macroeconomía y a la teoría monetaria como el de la rigidez de precios no podría tener implicaciones de política menores. Tal vez la primera y más importante implicación es la importancia del régimen de política monetaria y de los cambios de régimen sobre la inflación. La transición al régimen de inflación objetivo con flotación de la tasa de cambio en Colombia durante hacia 1999-2001 encausó un desplome de la inflación, de las expectativas de inflación y de la inflación de precios rígidos del tipo de los destacados en estudios famosos de economía monetaria, como el de Sargent (1982). Este autor muestra cómo en varios casos la inflación se desmoronó como consecuencia de un cambio de un régimen monetario sin transparencia ni credibilidad a uno ortodoxo. En Colombia el efecto del cambio fue oscurecido por el aumento de la tasa de cambio y de la inflación de alimentos de 1999, que empañó el fruto del cambio de régimen sobre la inflación. Una vez la inflación de alimentos y de transables se descolgaron, el país vio la inflación caer a un dígito. El crédito lo recibió justamente el nuevo régimen de meta de inflación.

Referencias

- Amstad, M., & Potter, S. M. (2009). *Real time underlying inflation gauges for monetary policymakers* (Staff Reports No. 420). Federal Reserve Bank of New York. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/fip/fednsr/420.html>
- Aoki, K. (2001, August). Optimal Monetary Policy Responses to Relative-Price Changes. *Journal of Monetary Economics*, 48(1), 55-80. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v48y2001i1p55-80.html>
- Araújo, E. (2016). Determinacy and learnability of equilibrium in a small-open economy with sticky wages and prices. *International Review of Economics & Finance*, 45(C), 16-32. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/reveco/v45y2016icp16-32.html> doi: 10.1016/j.iref.2016.04.01
- Aron, J., Macdonald, R., & Muellbauer, J. (2014). Exchange Rate Pass-Through in Developing and Emerging Markets: A Survey of Conceptual, Methodological and Policy Issues, and Selected Empirical Findings. *The Journal of Development Studies*, 50(1), 101-143. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/00220388.2013.847180> doi: 10.1080/00220388.2013.847180
- Benigno, P. (2004, July). Optimal Monetary Policy in a Currency Area. *Journal of International Economics*, 63(2), 293-320. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/inecon/v63y2004i2p293-320.html>
- Bryan, M., & Meyer, B. (2010). Are some Prices in the CPI More Forward Looking than Others? We Think so. *Economic Commentary*(2010-2), 1-6.
- Bullard, J., & Eusepi, S. (2014, 02). When Does Determinacy Imply Expectational Stability? *International Economic Review*, 55, 1-22. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/wly/iecrev/v55y2014ip1-22.html>
- Bunn, P., & Ellis, C. (2011, Octubre). *How do Individual UK Consumer Prices Behave?* (Documento de Trabajo No. 438). Bank of England. Retrieved from <http://www.bankofengland.co.uk/research/Documents/workingpapers/2011/wp438.pdf>
- Calvo, G. (1983). Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework: The Frequency of Price Adjustments. *Journal of Monetary Economics*, 12, 383-398.
- Campolmi, A. (2014, January). Which Inflation To Target? A Small Open Economy With Sticky Wages. *Macroeconomic Dynamics*, 18(01), 145-174. Retrieved from https://ideas.repec.org/a/cup/macdyn/v18y2014i01p145-174_00.html
- Carlson, J. A., & Valev, N. T. (2002). A Disinflation Trade-Off: Speed Versus Final Destination. *Economic Inquiry*, 40(3), 450-456. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1093/ei/40.3.450> doi: 10.1093/ei/40.3.450
- Cogley, T. (2002). A simple adaptive measure of core inflation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 34(1), 94-113. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3270677>

- De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía. Teoría y Políticas* (Primera ed.). Mexico: Pearson-Prentice Hall. Retrieved from <http://www.degregorio.cl/pdf/Macroeconomia.pdf>
- Erlandsen, S. (2014). *Sticky Prices and Inflation Expectations in Norway* (Documento de Trabajo No. 15). Norges Bank.
- Eusepi, S., Hobijn, B., & Tambalotti, A. (2011). CONDI: A Cost-of-Nominal-Distortions Index. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 3(3), 53-91. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/41237154>
- Galí, J., & Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies*, 72(3), 707-734. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/oup/restud/v72y2005i3p707-734.html>
- Gerberding, C. (2001, 4). *The Information Content of Survey Data on Expected Price Developments for Monetary Policy* (Documento de trabajo Nos. 2001,09). Deutsche Bundesbank, Research Centre. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/zbw/bubdp1/4155.html>
- Giacomini, R., & White, H. (2006, November). Tests of Conditional Predictive Ability. *Econometrica*, 74(6), 1545-1578. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/ecm/emetrp/v74y2006i6p1545-1578.html>
- Golosov, M., & Lucas, R. (2007). Menu costs and Phillips Curves. *Journal of Political Economy*, 115, 171-199.
- Gómez, J. (2017). *Borrador sin publicar*.
- Gómez, J., & Julio, J. M. (2004). How monetary policy works: Comparing estimates of the transmission mechanism between developing transitional and industrialised countries. In L. M. y Peter Sinclair (Ed.), (pp. 139-168). Routledge.
- Goodfriend, M., & King, R. G. (1997). The new neoclassical synthesis and the role of monetary policy. *NBER Macroeconomics Annual*, 12, 231-283. Retrieved from <https://doi.org/10.1086/654336> doi: 10.1086/654336
- Gopinath, G., & Itskhoki, O. (2010). Frequency of Price Adjustment and Pass-Through. *The Quarterly Journal of Economics*, 125(2), 675-727. Retrieved from <http://qje.oxfordjournals.org/content/125/2/675.abstract> doi: 10.1162/qjec.2010.125.2.675
- Ha, Y. (2002, Septiembre). *Inflation targeting - Domestic inflation versus CPI inflation* (Briefing note and related papers 2002). Reserve Bank of New Zealand. Retrieved from <https://www.rbnz.govt.nz/-/media/ReserveBank/Files/Publications/Policy%20targets%20agreements/2002ptab-ha.pdf?la=en>
- Hall, A. (2004). *Generalized Method of Moments*. OUP Oxford. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=ICp7AAAACAAJ>
- Hammond, G. (2012, 2). State of the Art of Inflation Targeting [e-book]. In *CCBS Handbooks* (p. 1-47). Bank of England. Retrieved from <http://www.bankofengland.co.uk/education/Documents/ccbs/handbooks/pdf/ccbshb29.pdf>
- Heinemann, F., & Ullrich, K. (2006). The Impact of EMU on Inflation Expectations. *Open*

- Economies Review*, 17(2), 175–195. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s11079-006-6809-2> doi: 10.1007/s11079-006-6809-2
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997, February). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1-16. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/mcb/jmoncb/v29y1997i1p1-16.html>
- Jonckheere, A. R. (1954). A distribution-free k-sample test against ordered alternatives. *Biometrika*, 41(1-2), 133. Retrieved from [+http://dx.doi.org/10.1093/biomet/41.1-2.133](http://dx.doi.org/10.1093/biomet/41.1-2.133) doi: 10.1093/biomet/41.1-2.133
- Julio, J. M. (2017). *The Stylized Facts of Exchange Rates in Brazil, Chile, Colombia and Peru* (1st ed.). Saarbrücken/Deutschland Germany: LAP Lambert Academic Publishing. (<https://www.morebooks.de/store/gb/book/the-stylized-facts-of-exchange-rates/isbn/978-3-330-03693-2>)
- Julio, J. M., Zárate, H., & Hernández, M. (2010). The Stickiness of Colombian Consumer Prices. *Ensayos Sobre Política Económica*, 28(63), 100-153. Retrieved from <http://EconPapers.repec.org/RePEc:col:000107:009434>
- Karádi, P., & Reiff, Á. (2012, Diciembre). *Large Shocks in Menu Cost Models* (Documento de Trabajo No. 1453). European Central Bank. Retrieved from <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2007/wp07296.pdf>
- Keynes, J. (1936). *General Theory Of Employment, Interest And Money*. Atlantic Publishers & Distributors (P) Limited. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=xpw-96ryn0cC>
- Martínez, W. O., Hernández, M. D., & Julio, J. M. (2014, June). *On Forecast Evaluation* (Borradores de Economía No. 825). Banco de la República de Colombia. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/bdr/borrec/825.html>
- McCallum, B. T., & Nelson, E. (2000, Winter). Monetary Policy for an Open Economy: An Alternative Framework with Optimizing Agents and Sticky Prices. *Oxford Review of Economic Policy*, 16(4), 74-91. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/oup/oxford/v16y2000i4p74-91.html>
- Millard, S., & O'Grady, T. (2012, Julio). *What do Sticky and Flexible Prices Tell Us?* (Documento de Trabajo No. 457). Bank of England.
- Mishkin, F. S. (2007, Octubre). *Headline versus Core Inflation in the Conduct of Monetary Policy : a speech at the Business Cycles, International Transmission and Macroeconomic Policies Conference, HEC Montreal, Montreal, Canada, Oc* (Speech No. 332). Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.). Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/fip/fedgsq/332.html>
- Mora, H., Julio, J. M., & Herrera, S. (1991, Diciembre). Crisis Cambiaria En Un Sistema Con Minidevaluaciones El Caso Colombiano. *ENSAYOS SOBRE POLÍTICA ECONÓMICA*, 10(20), 7-51. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/col/000107/005310.html>
- Plosser, C. I. (2008, July). *Perspectives on the economy, inflation, and monetary policy: a speech at the Philadelphia Business Journal Book of Lists Power Breakfast, King of*

- Prussia, PA, July 22, 2008* (Speech No. 19). Federal Reserve Bank of Philadelphia. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/fip/fedpsp/19.html>
- Reiff, A., & Várhegyi, J. (2013). *Sticky Price Inflation Index: An Alternative to Core Inflation Measure* (Documento de Trabajo No. 2). Magyar Nemzeti Bank. Retrieved from <https://www.nbp.pl/badania/seminaria/13v2015.pdf>
- Rhee, H., & Turdaliev, N. (2013). Optimal monetary policy in a small open economy with staggered wage and price contracts. *Journal of International Money and Finance*, 37(Supplement C), 306 - 323. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560613000806> doi: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.06.007>
- Sargent, T. J. (1982, December). The Ends of Four Big Inflations. In *Inflation: Causes and Effects* (p. 41-98). National Bureau of Economic Research, Inc. Retrieved from <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/11452.html>
- Svensson, L. E. (1999). Inflation targeting as a monetary policy rule. *Journal of Monetary Economics*, 43(3), 607 - 654. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393299000070> doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3932\(99\)00007-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3932(99)00007-0)
- Svensson, L. E. (2004). Targeting Rules vs. Instrument Rules for Monetary Policy: What is Wrong with McCallum and Nelson? *NBER Working Paper*.
- Vargas, H. (2016). *Inflation Expectations and a Model-Based Core Inflation Measure in Colombia* (Documento de Trabajo No. 928). Banco de la República. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_928.pdf

Apéndices

A Tablas

Tabla A.1 – Ponderación de las Canastas de Rígidos, Flexibles, Alimentos, Regulados y Perdidos por Metodología

Metodología	Rígidos	Flexibles	Alimentos	Regulados	Perdido
1982	29.48	13.89	48.87	7.08	0.63
1988	29.15	28.26	34.44	7.69	0.46
1998	33.03	28.42	29.51	9.04	0.00
2008	28.80	26.67	27.97	15.26	1.30

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.2 – Análisis de la Varianza Incondicional de la Inflación Anual de Flexibles, Rígidos y Core^a

	Flexibles	Rígidos	Core
Corto ^b	15.72%	1.83%	2.18%
Medio ^c	37.36%	29.52%	29.54%
Largo ^d	46.93%	68.65%	68.28%
Varianza	97.33	93.17	84.02

^a *Fuente:* Cálculos de los Autores.

^b Variaciones periódicas entre dos y seis trimestres.

^c Variaciones periódicas entre seis trimestres y 11 años.

^d Variaciones periódicas con más de 11 años de duración.

Tabla A.3 – Estadísticas de Desempeño de Pronósticos Modelo (4)

Horizonte	MAE		RMSE	
	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas
1	0.16	0.21	0.20	0.25
2	0.22	0.35	0.27	0.40
3	0.34	0.52	0.43	0.58
4	0.49	0.69	0.64	0.81
5	0.67	0.91	0.92	1.09
6	0.86	1.16	1.20	1.38
7	1.08	1.39	1.48	1.65
8	1.31	1.59	1.74	1.89

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.4 – Estadísticas de Desempeño de Pronósticos Modelo (5)

Horizonte	MAE		RMSE	
	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas
1	0.45	0.48	0.29	0.35
2	0.48	0.46	0.31	0.34
3	0.59	0.51	0.48	0.41
4	0.69	0.56	0.67	0.50
5	0.81	0.62	0.88	0.62
6	0.92	0.66	1.08	0.73
7	1.00	0.70	1.27	0.83
8	1.07	0.75	1.43	0.93

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.5 – Estadísticas de Desempeño de Pronósticos Modelo (6)

Horizonte	MAE		RMSE	
	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas	Inflación Rígidos	Expectativas Analistas
1	0.37	0.33	0.20	0.17
2	0.32	0.30	0.22	0.15
3	0.49	0.39	0.39	0.28
4	0.61	0.48	0.63	0.50
5	0.76	0.62	1.08	0.98
6	0.90	0.75	1.41	1.30
7	1.06	0.91	2.01	1.94
8	1.20	1.06	2.46	2.44

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.6 – Valores P de las Pruebas de Desempeño de Pronósticos Modelo (4)

Horizonte	Jonckheere	Giacomini White
1	0.11	0.01
2	0.01	0.05
3	0.01	0.13
4	0.02	0.14
5	0.03	0.12
6	0.02	0.02
7	0.03	0.01
8	0.09	0.05

$A < B$ significa que el error cuadrático de pronóstico bajo A es de orden inferior de probabilidad que el de B , y $A < B$ que el Error Cuadrático Medio bajo A es menor que bajo B .

Números en negrilla indican que la hipótesis nula se rechaza.

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.7 – Valores P de las Pruebas de Desempeño de Pronósticos Modelo (5)

Horizonte	Jonckheere	Giacomini White
1	0.46	0.19
2	0.65	0.39
3	0.66	0.69
4	0.80	0.86
5	0.86	0.88
6	0.92	0.92
7	0.93	0.90
8	0.95	0.85

$A \prec B$ significa que el error cuadrático de pronóstico bajo A es de orden inferior de probabilidad que el de B , y $A < B$ que el Error Cuadrático Medio bajo A es menor que bajo B .

Números en negrilla indican que la hipótesis nula se rechaza.

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.8 – Valores P de las Pruebas de Desempeño de Pronósticos Modelo (6)

Horizonte	Jonckheere	Giacomini White
1	0.90	0.77
2	0.88	0.35
3	0.96	0.77
4	0.88	0.82
5	0.68	0.94
6	0.68	0.90
7	0.58	0.89
8	0.52	0.89

$A < B$ significa que el error cuadrático de pronóstico bajo A es de orden inferior de probabilidad que el de B , y $A < B$ que el Error Cuadrático Medio bajo A es menor que bajo B .

Números en negrilla indican que la hipótesis nula se rechaza.

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.9 – Parámetros Calibrados

Parámetro	Valor
$\nu_{Rig,\pi}$	0.25
$\nu_{Flex,\pi}$	0.05
ω_{Rig}	0.25
ω_{Flex}	0.25
δ_π	1.75
σ_1	0.10
σ_2	0.78

Fuente: Cálculos de los Autores.

Tabla A.10 – Parámetros Estimados

Parámetro	Media a priori	Piso	Techo	Desviación estándar	Media posterior
$\nu_{Rig,y}$	0.02	0.001	0.05	0.38	0.024
$\nu_{Rig,qFlex}$	0.08	0.001	0.08	0.15	0.052
$\nu_{Flex,y}$	0.15	0.001	0.25	0.27	0.222
$\nu_{Flex,q}$	0.05	0.001	0.12	0.03	0.049
σ_r	0.15	0.001	1	0.30	0.173
σ_q	0.03	0.001	1	0.08	0.030
σ_{WO}	0.05	0.001	1	0.20	0.054

Fuente: Cálculos de los Autores.

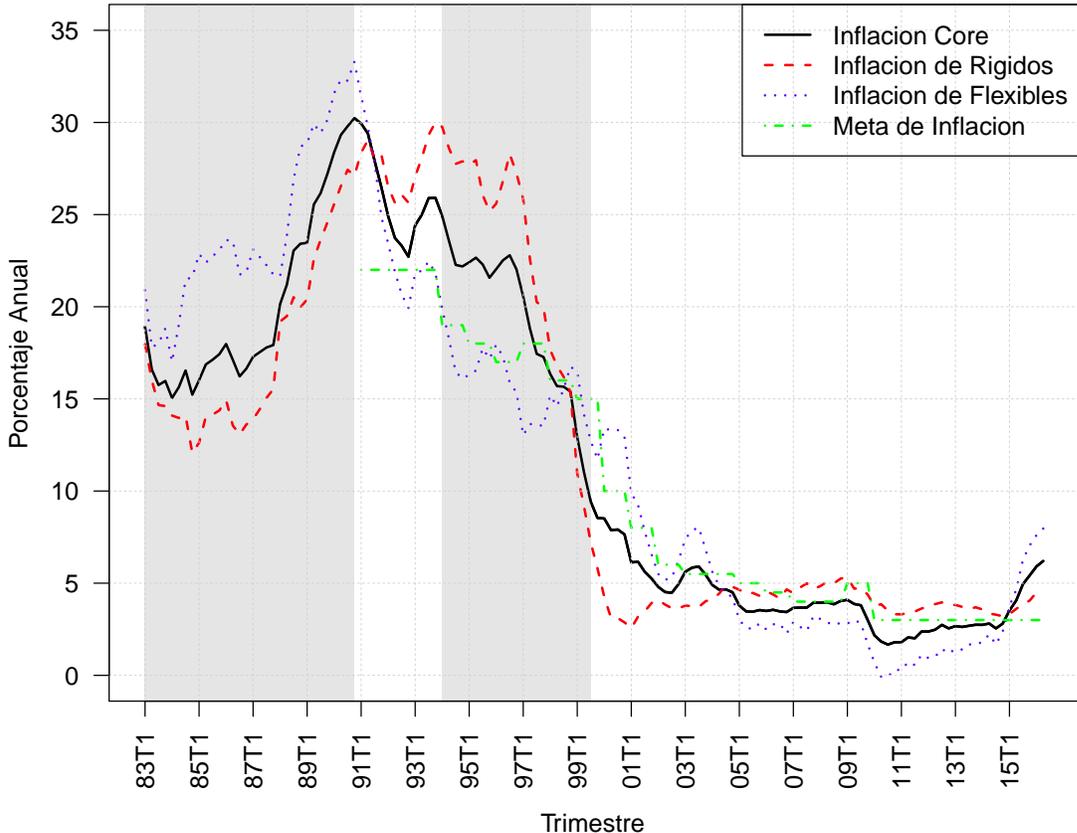
Tabla A.11 – Descomposición de varianza: Porcentaje del error de pronóstico a doce trimestres

	Choques a la inflación de rígidos	Choques a la inflación de flexibles	Choques a la brecha del pro- ducto	Choques a la tasa de interés	Choques a la tasa de cambio	Otros choques
Inflación sin alimentos ni regulados	0.166	0.781	0.020	0.000	0.003	0.031
Inflación de rígidos	0.990	0.004	0.005	0.000	0.000	0.001
Inflación de flexibles	0.014	0.934	0.014	0.000	0.003	0.035
Tasa de interés	0.145	0.698	0.048	0.002	0.004	0.104
Tasa de interés real	0.093	0.467	0.140	0.016	0.005	0.280
Brecha del producto	0.111	0.620	0.239	0.001	0.002	0.027
Crecimiento del PIB	0.052	0.276	0.604	0.003	0.006	0.059

Fuente: Cálculos de los Autores.

B Figuras

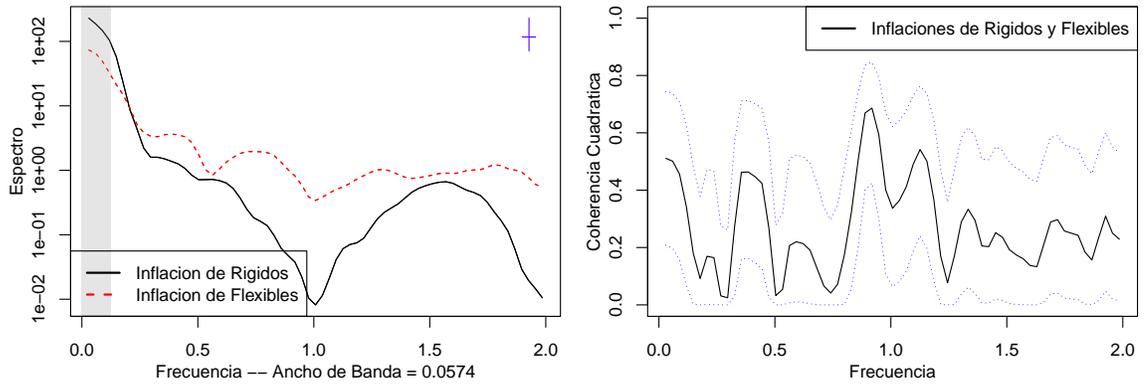
Figura B.1 – Inflaciones de Rígidos y Flexibles Comparadas con la Core y la Meta



Inflación *core* es la del IPC excluyendo Alimentos y Regulados.

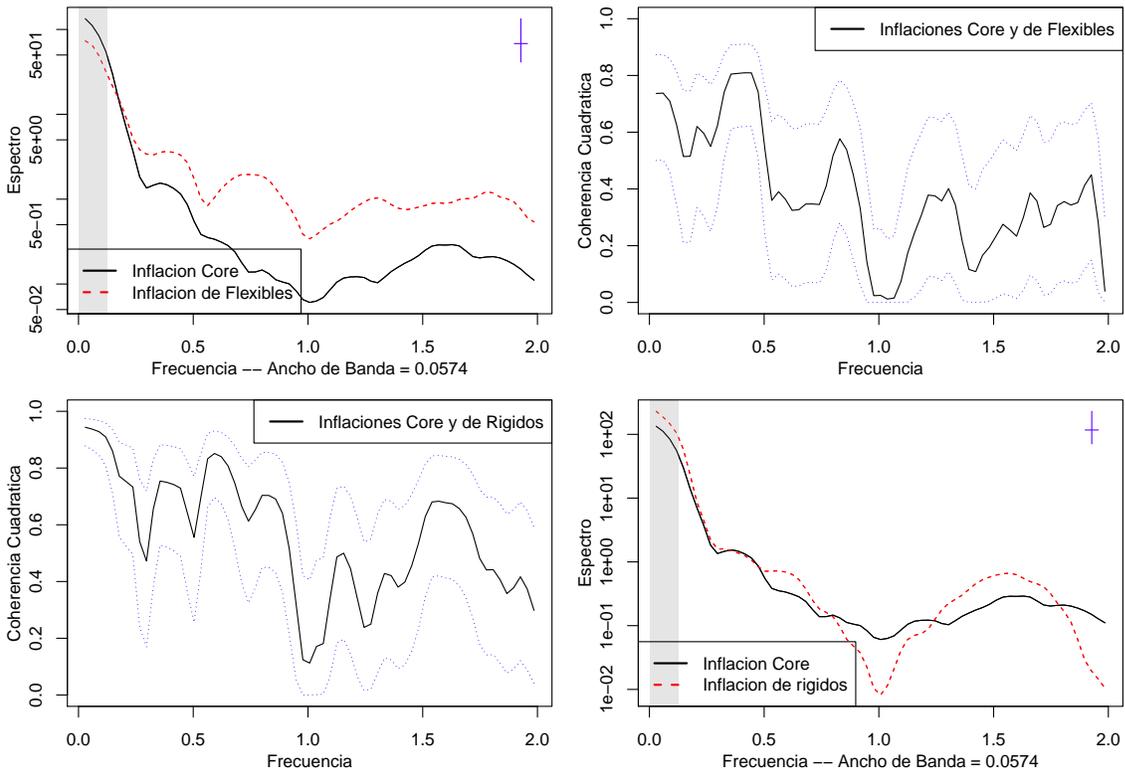
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.2 – Espectro de la Inflaciones Trimestrales Anualizadas de Flexibles y Rígidos (panel izquierdo) y Coherencia Cuadrática



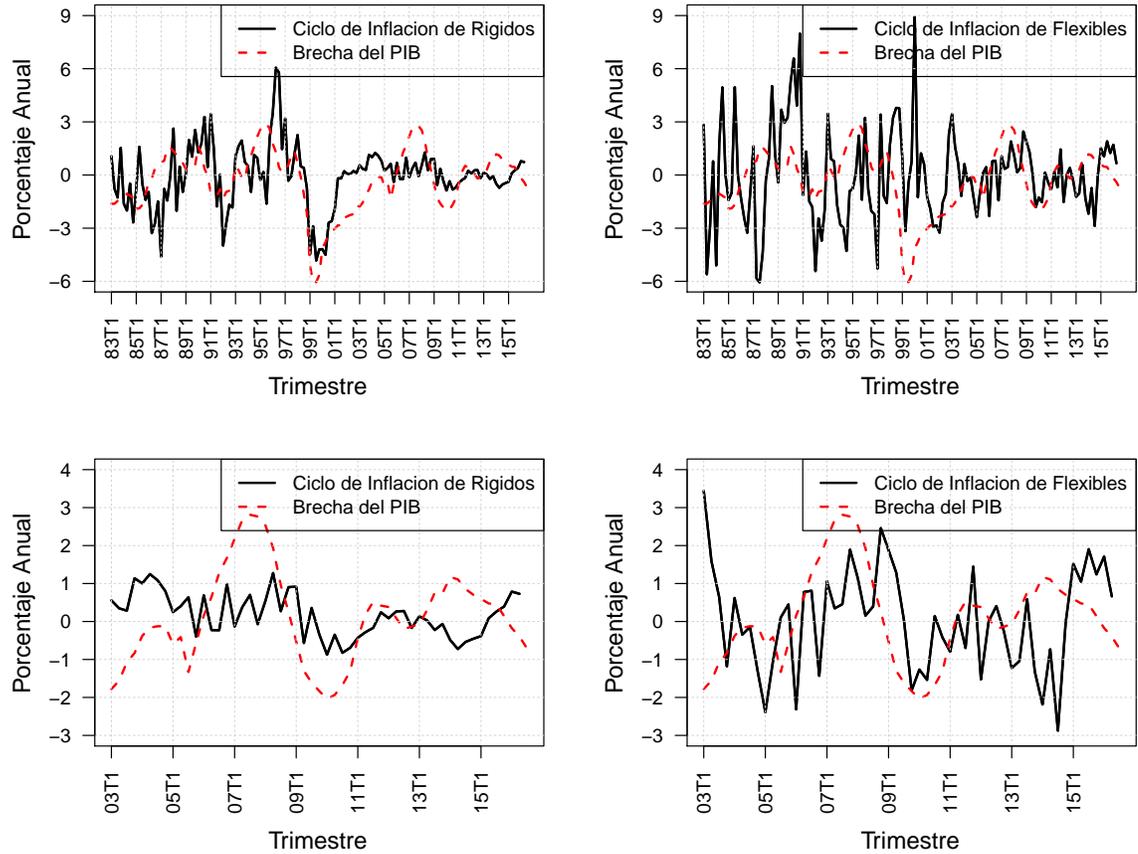
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.3 – Comparación de los Espectros de la Inflación Trimestral Anualizada Core con la de Flexibles (panel sup. izq) y con la de Rígidos (panel inf. der.) y Coherencia Cuadrática entre Core y de Flexibles (panel sup. der.) y entre Core y de Rígidos



Fuente: Cálculos de los Autores.

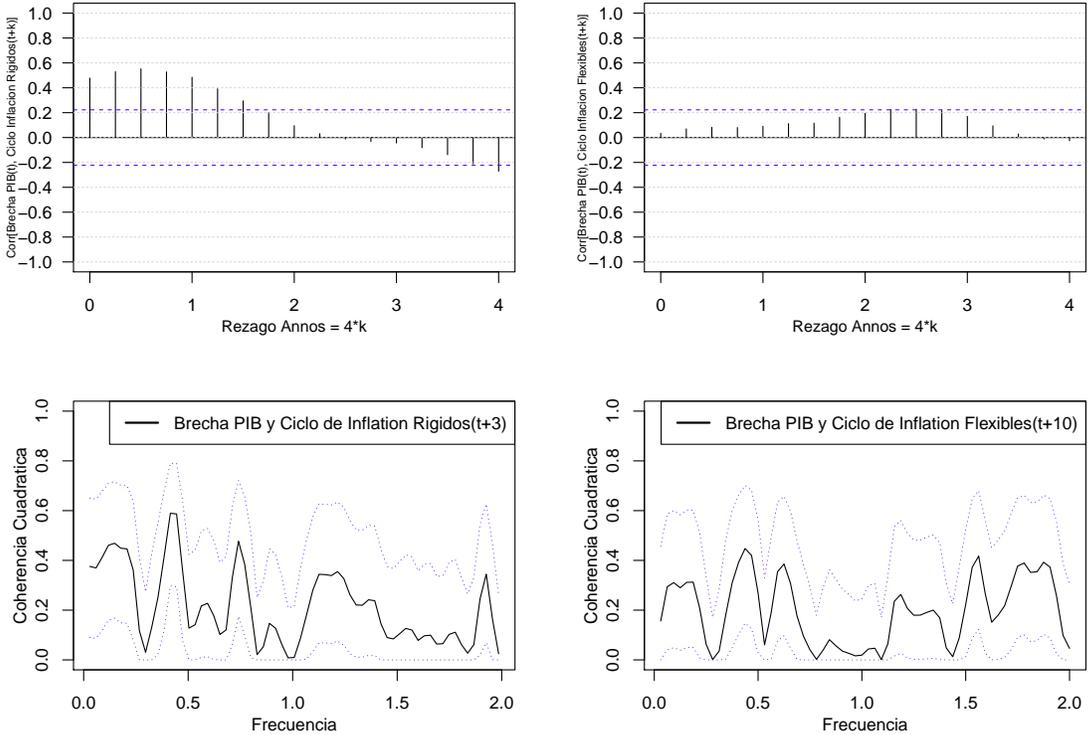
Figura B.4 – Ciclo de las Inflaciones Trimestrales Anualizadas de Rígidos y Flexibles en Comparación con la Brecha del PIB para la Muestra Completa y Después de 2003



Muestra 83T1-06T2.

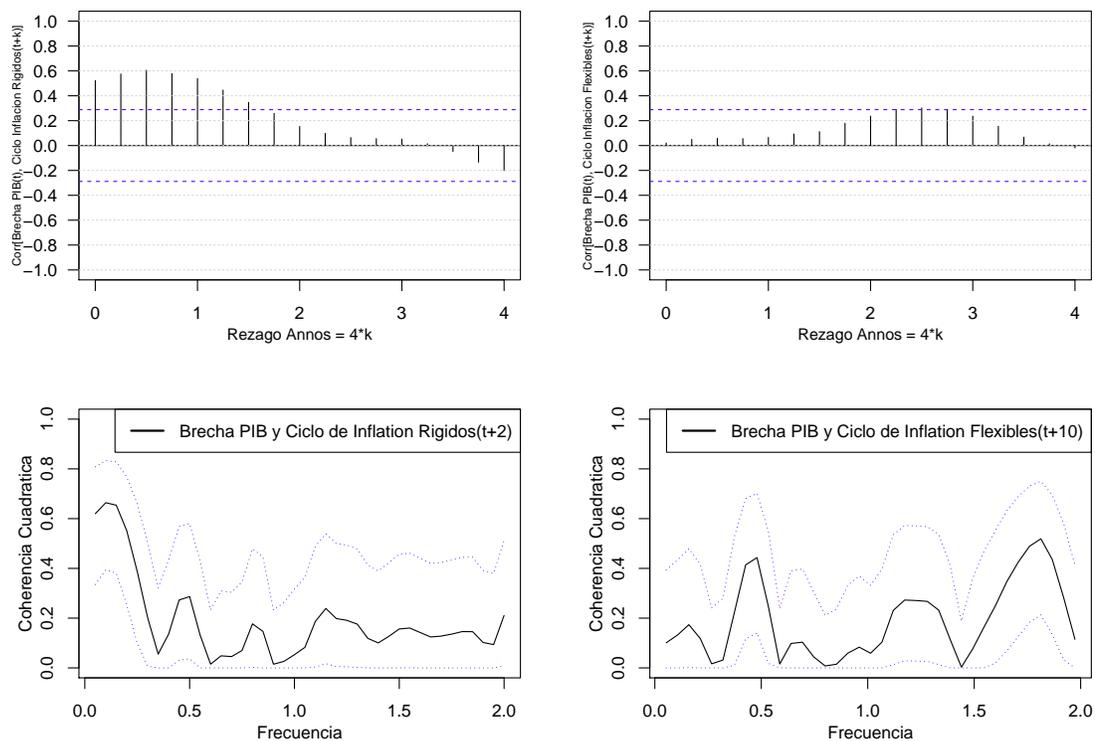
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.5 – Relación entre los Ciclos de las Inflaciones Trimestrales Anualizadas de Flexibles y Rígidos con la Brecha del PIB entre 1983 y 2016



Muestra 83T1-16T2.
Fuente: Cálculos de los Autores.

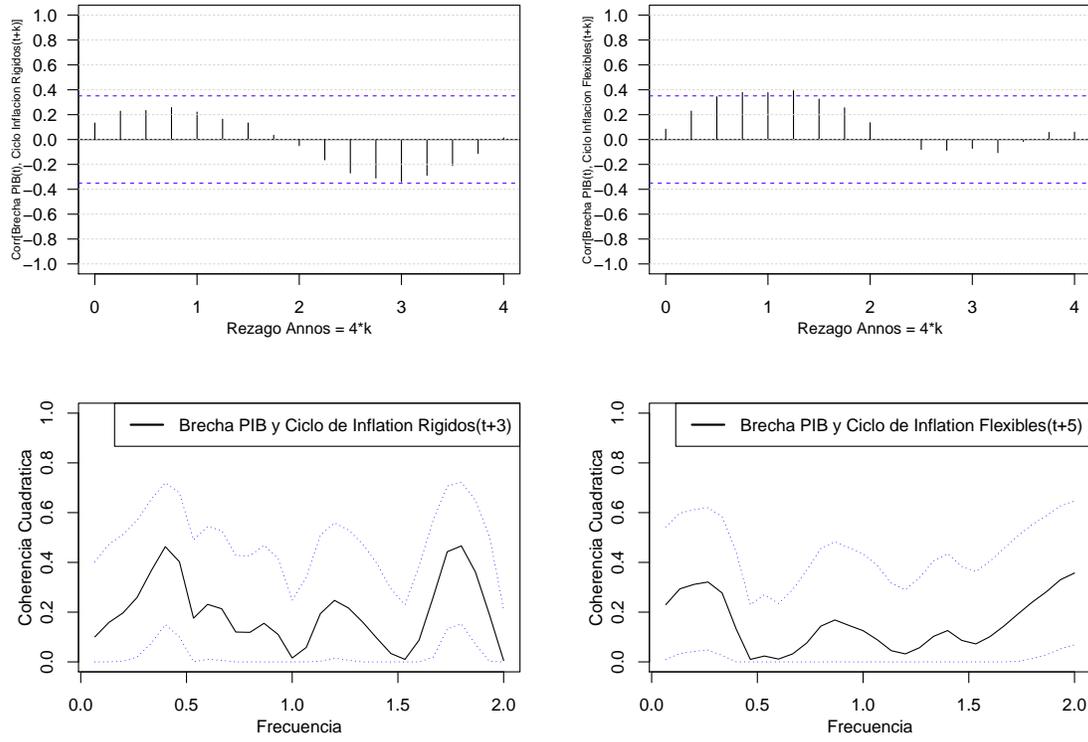
Figura B.6 – Relación entre los Ciclos de las Inflaciones Trimestrales Anualizadas de Flexibles y Rígidos con la Brecha del PIB entre 1983 y 2002



Muestra 83T1-02T4.

Fuente: Cálculos de los Autores.

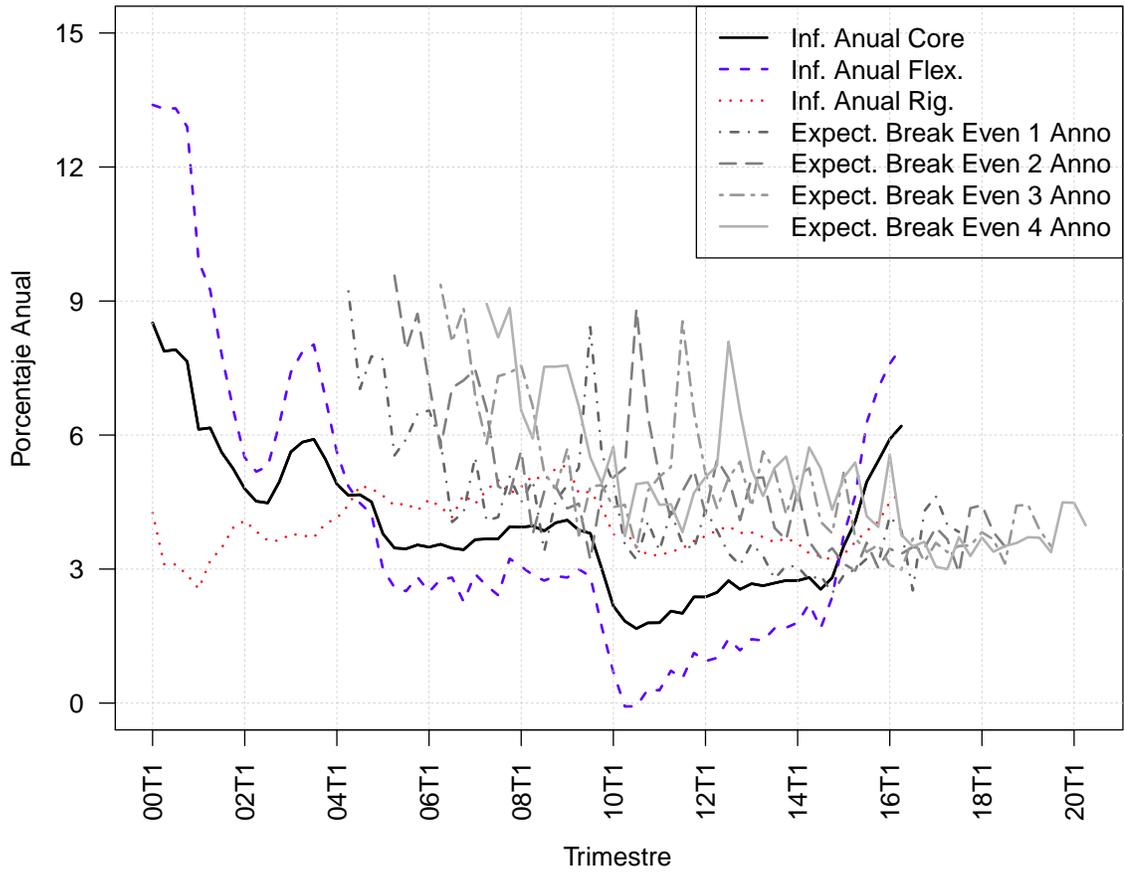
Figura B.7 – Relación entre los Ciclos de las Inflaciones Trimestrales Anualizadas de Flexibles y Rígidos con la Brecha del PIB entre 2003 y 2016



Muestra 03T1-16T2.

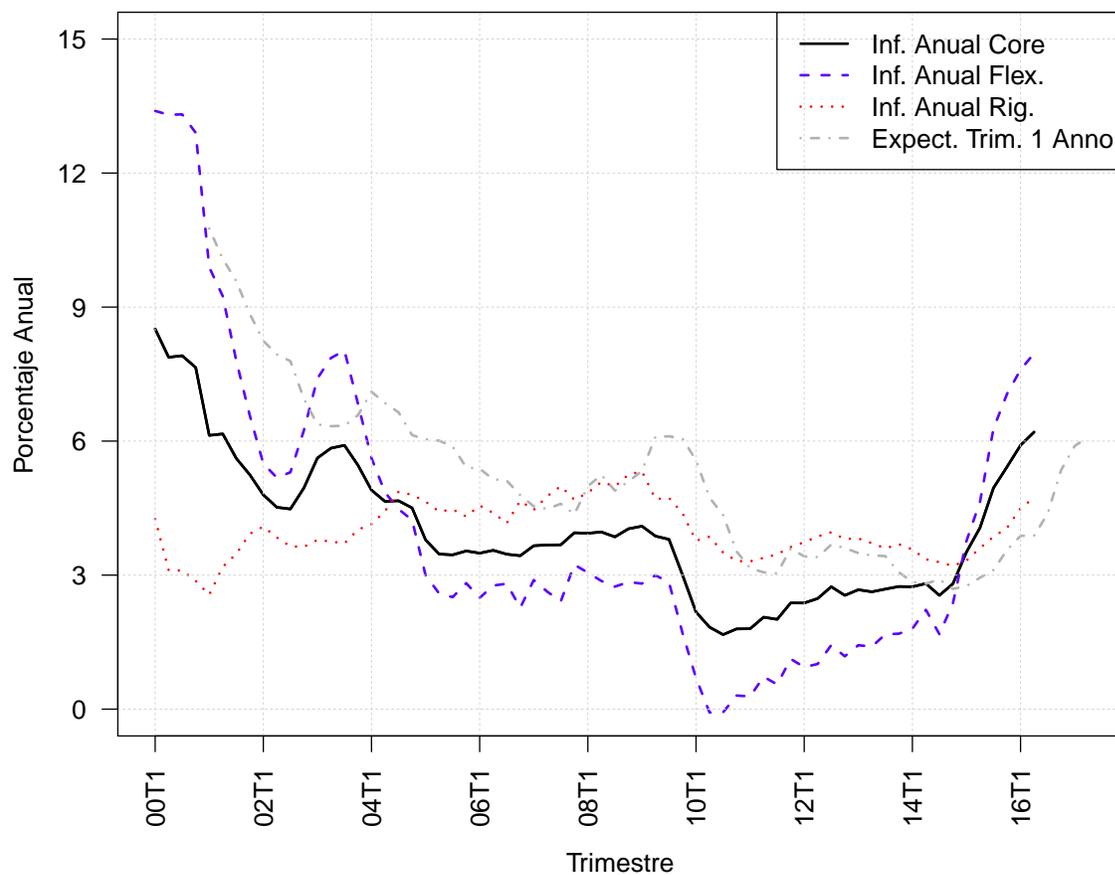
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.8 – Inflación Anual Core, Flexible, Rígida y Expectativas *Break Even* a 1,2,3, y 4 años



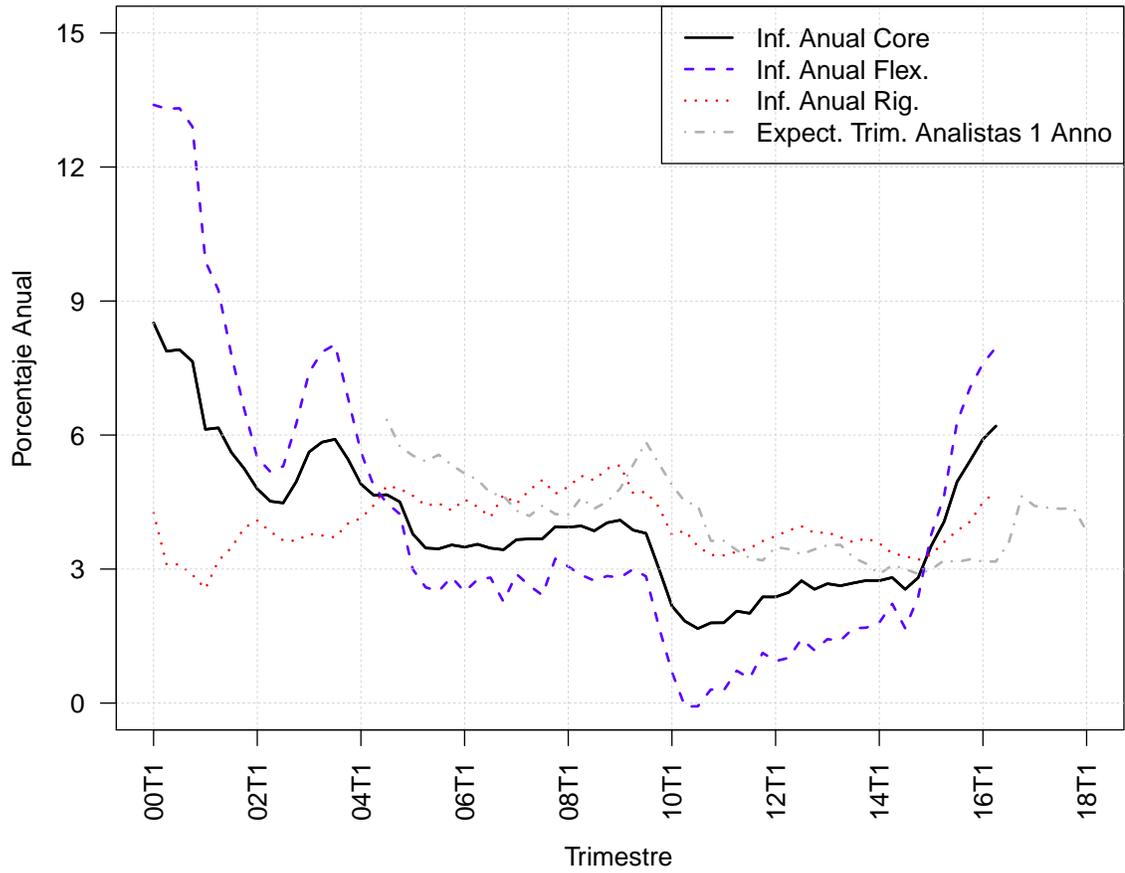
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.9 – Inflación Anual Core, Flexible, Rígida y Expectativas Trimestrales



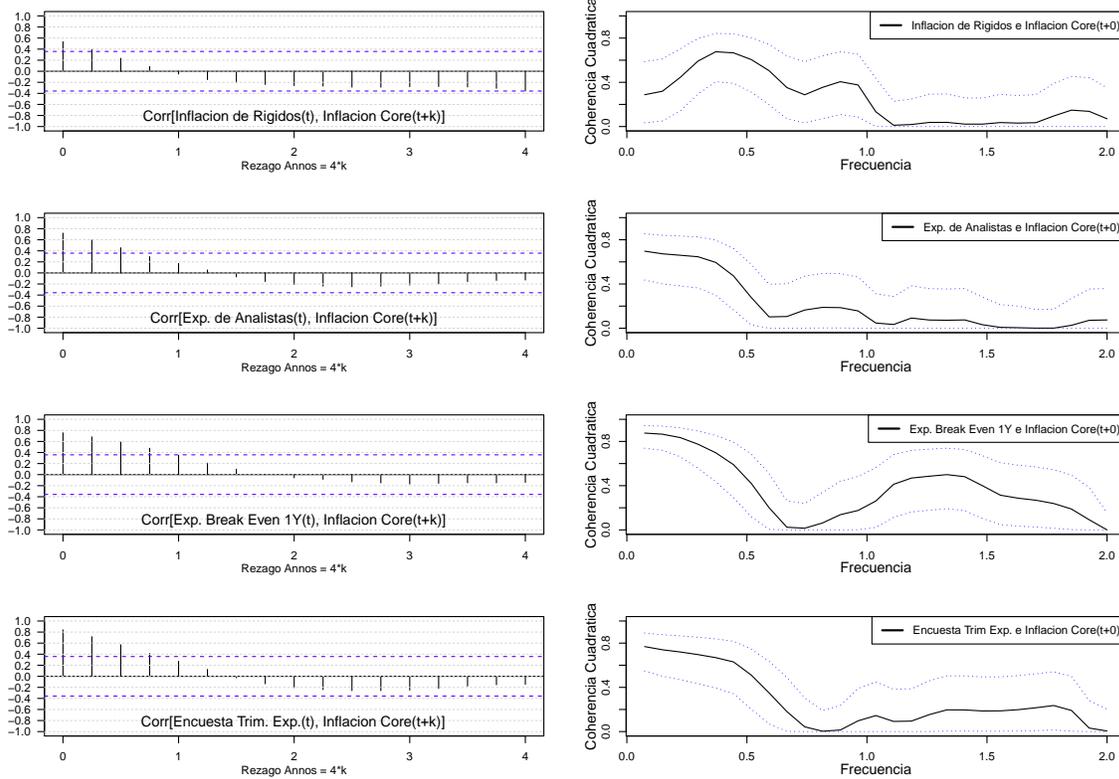
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.10 – Inflación Anual Core, Flexible, Rígida y Expectativas de los Analistas Económicos



Fuente: Cálculos de los Autores.

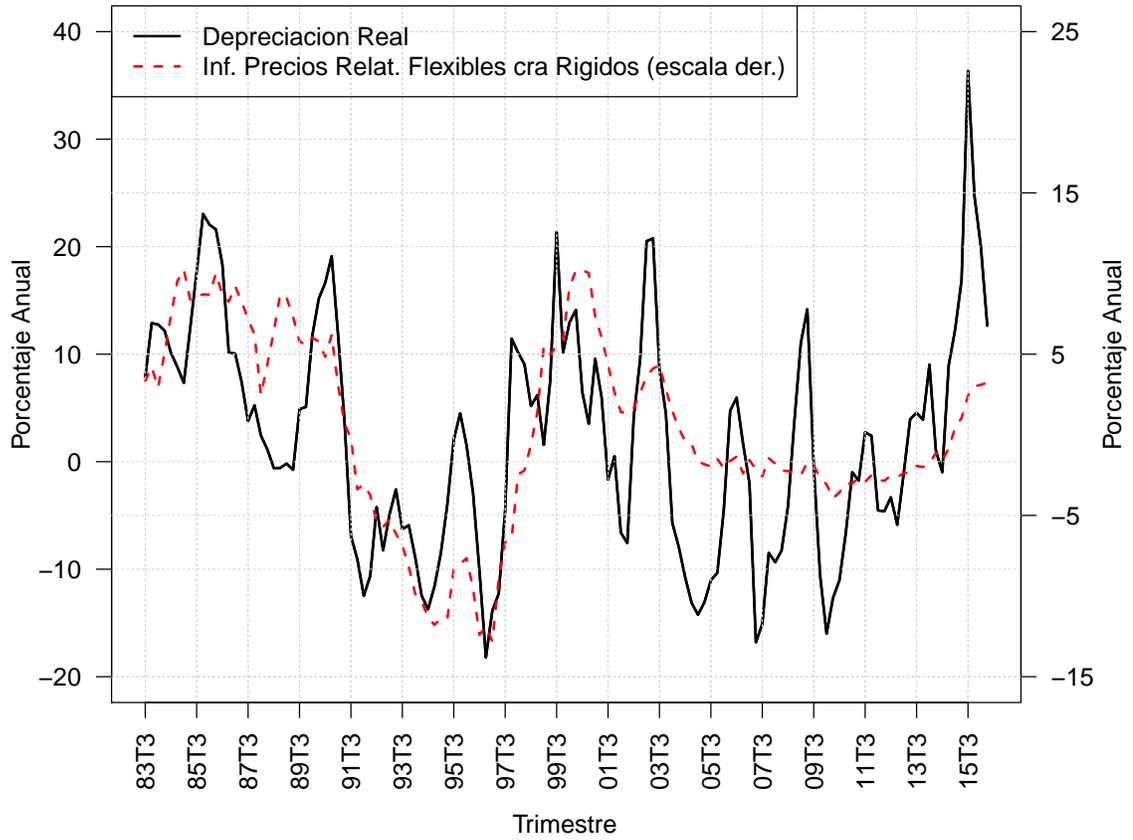
Figura B.11 – Correlaciones de la Inflación de los Rígidos, Expectativas de los Analistas, Expectativas Break Even a un año Desestacionalizadas y las de la Encuesta Trimestral Desestacionalizadas con la Inflación Core Futura. Muestra 2003 a 2016



Muestra: 03T3-16T2.

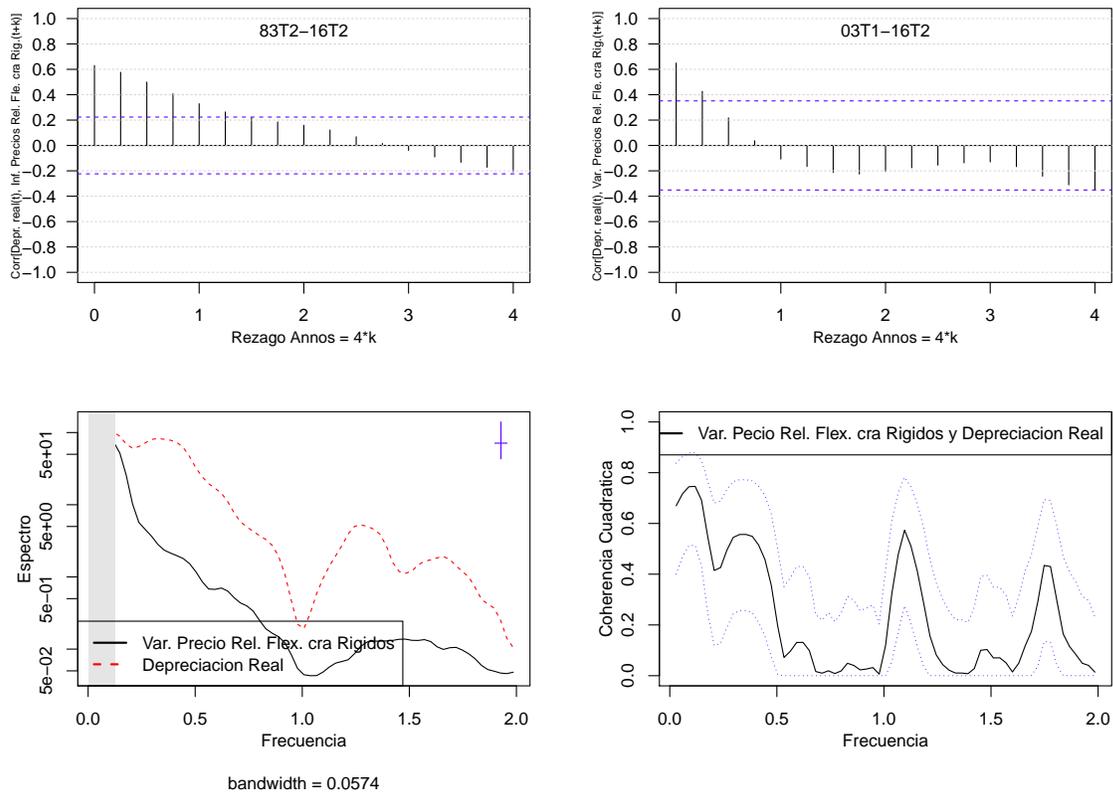
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.12 – Inflación de Precios Relativos de Flexibles con Respecto a Rígidos y la Depreciación de la Tasa de Cambio Real



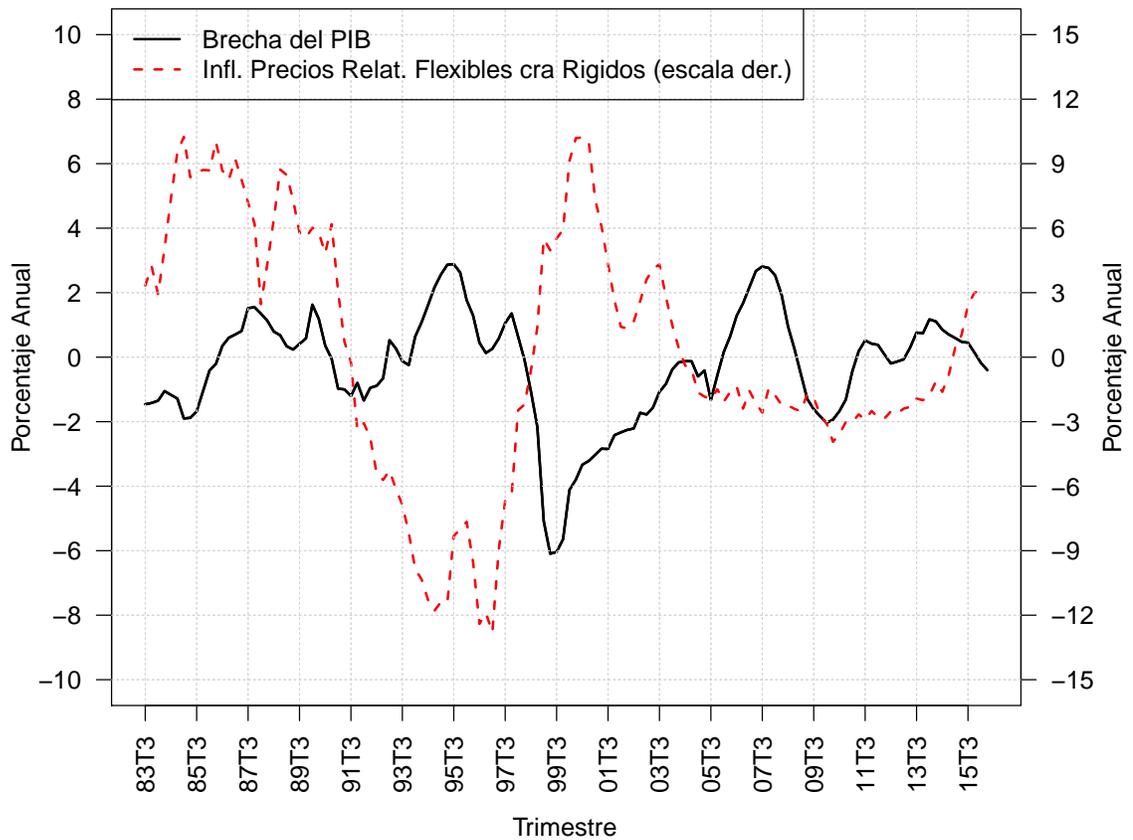
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.13 – Espectros y Coherencia Cuadrática de la Inflación de los Precios Relativos de Flexibles con Respecto a Rígidos y Depreciación Anual Real



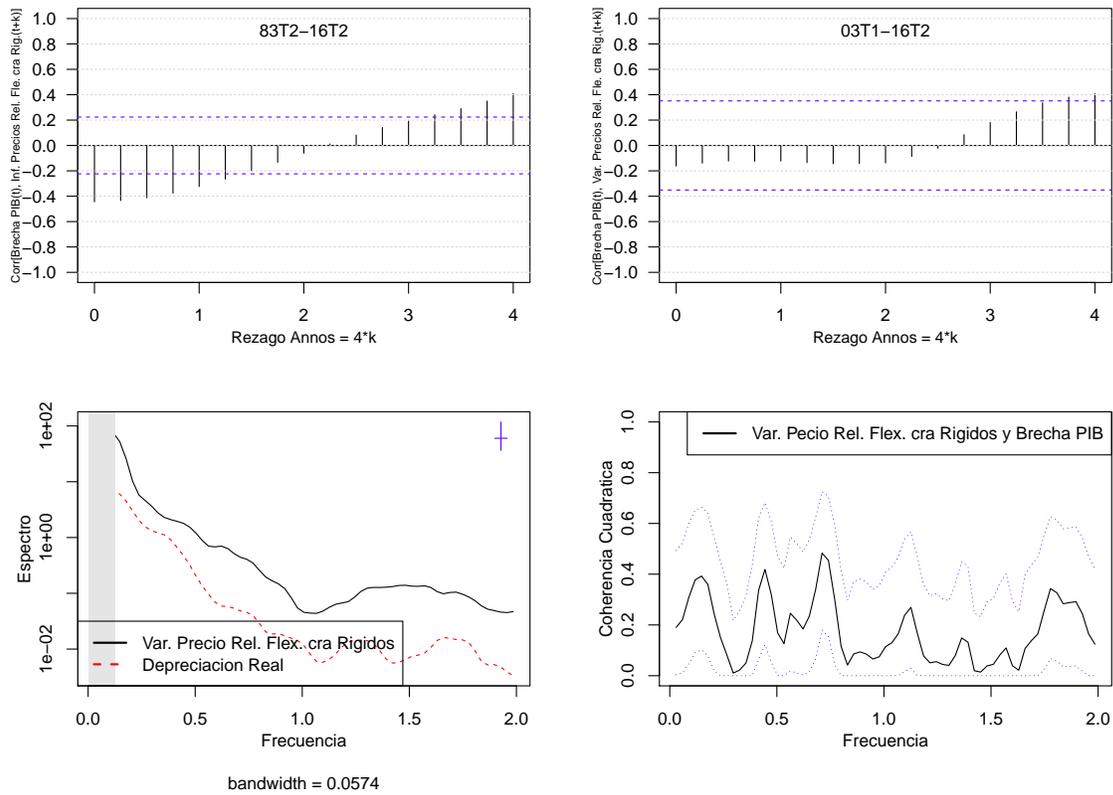
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.14 – Inflación de los Precios Relativos de Flexibles con Respecto a Rígidos y la Brecha del Producto



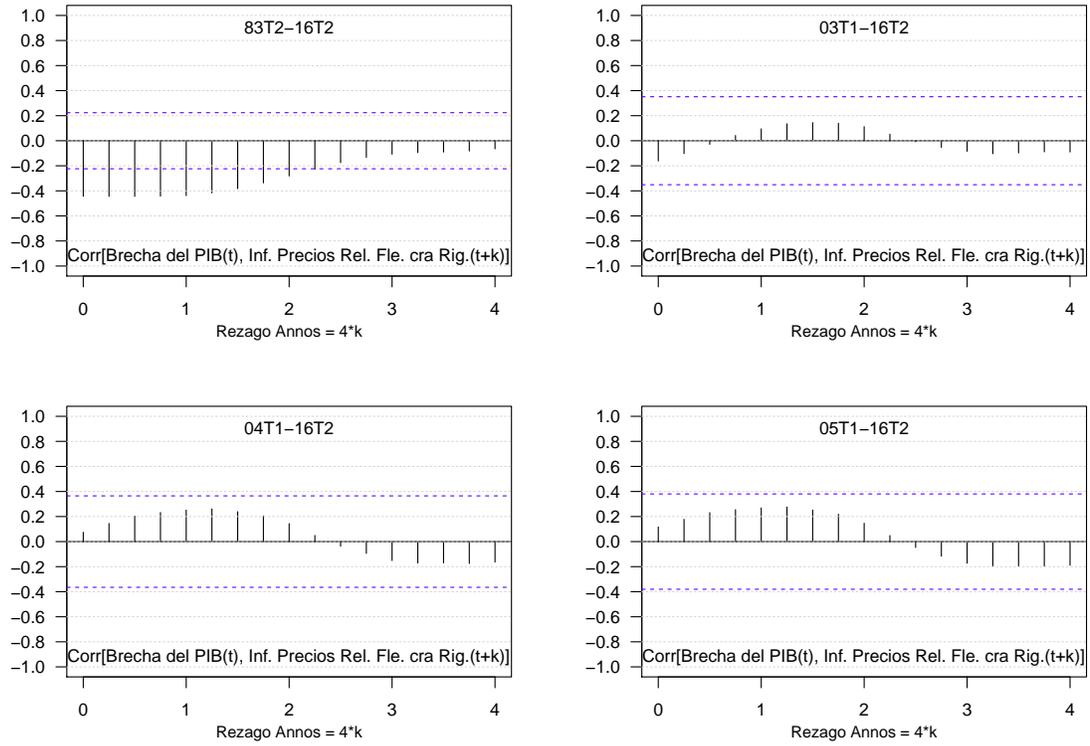
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.15 – Espectros y Coherencia Cuadrática de la Inflación de los Precios Relativos de Flexibles con Respecto a Rígidos y la Brecha del Producto



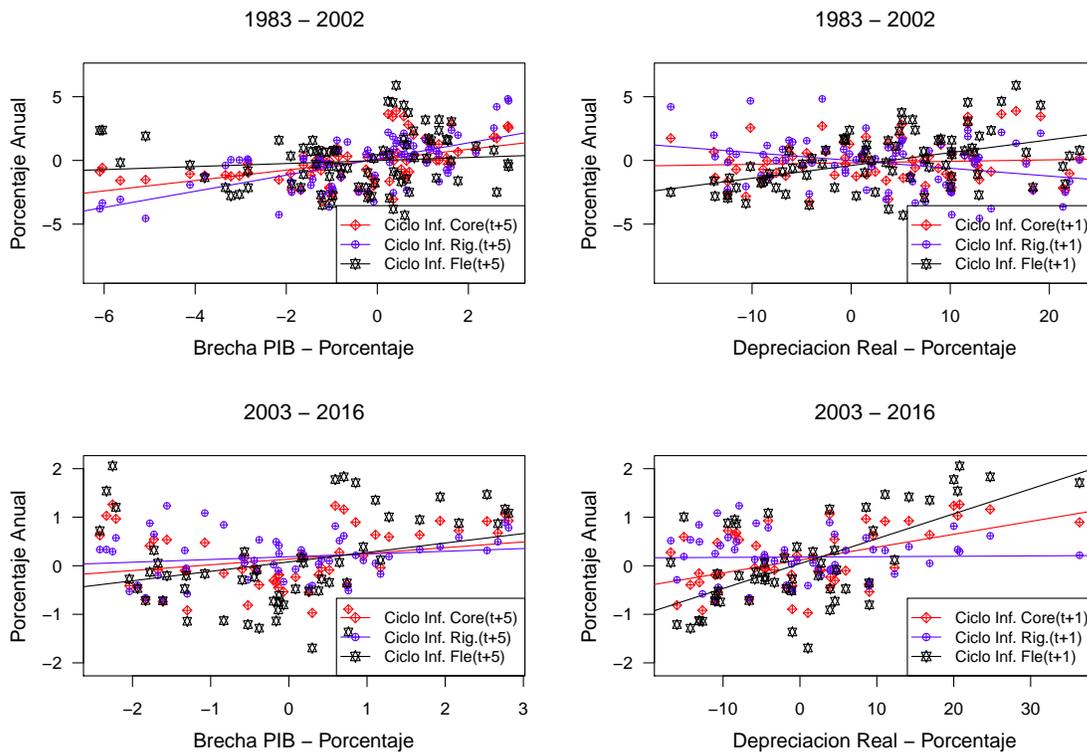
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.16 – Correlación entre la Brecha del Producto y la Inflación de los Precios Relativos de Flexibles con Respecto a Rígidos Futura



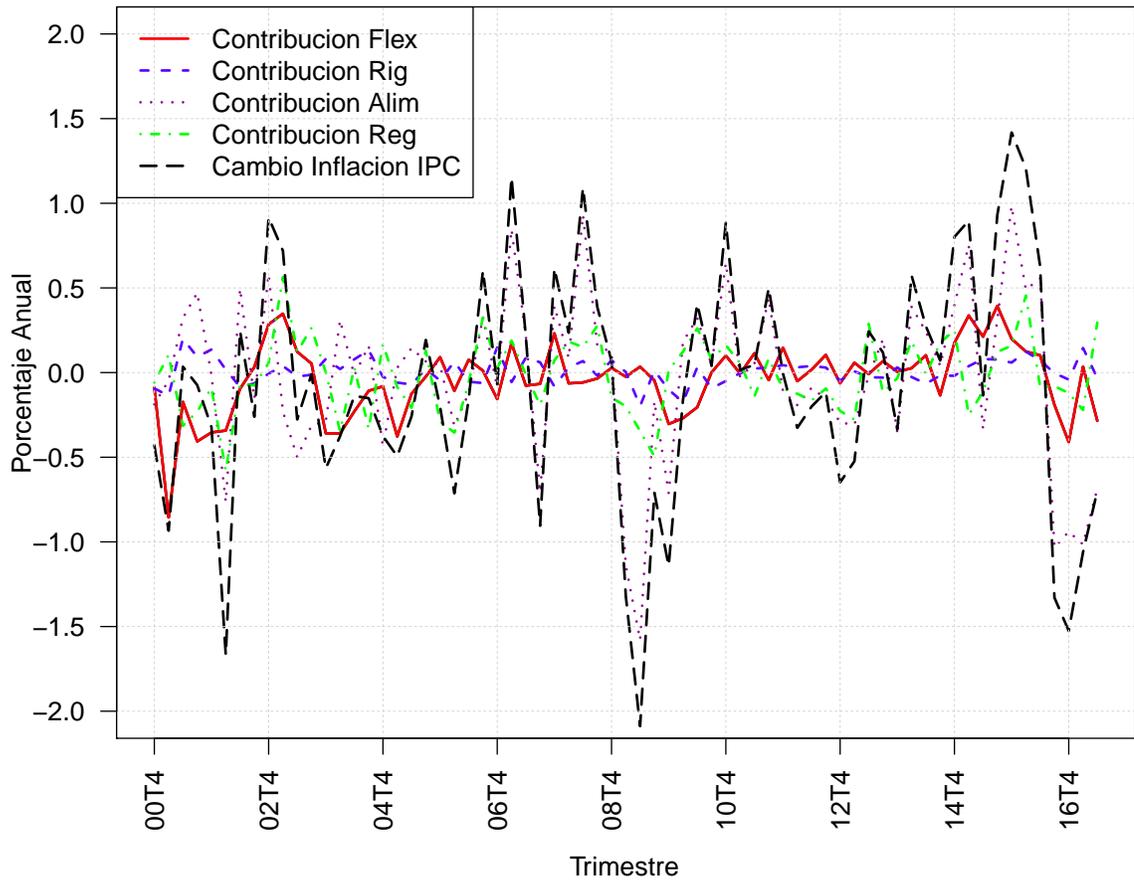
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.17 – Pendiente de la Curva de Phillips y de la Relación de la Depreciación Real con los Ciclos de las Inflaciones Core, de Rígidos y Flexibles



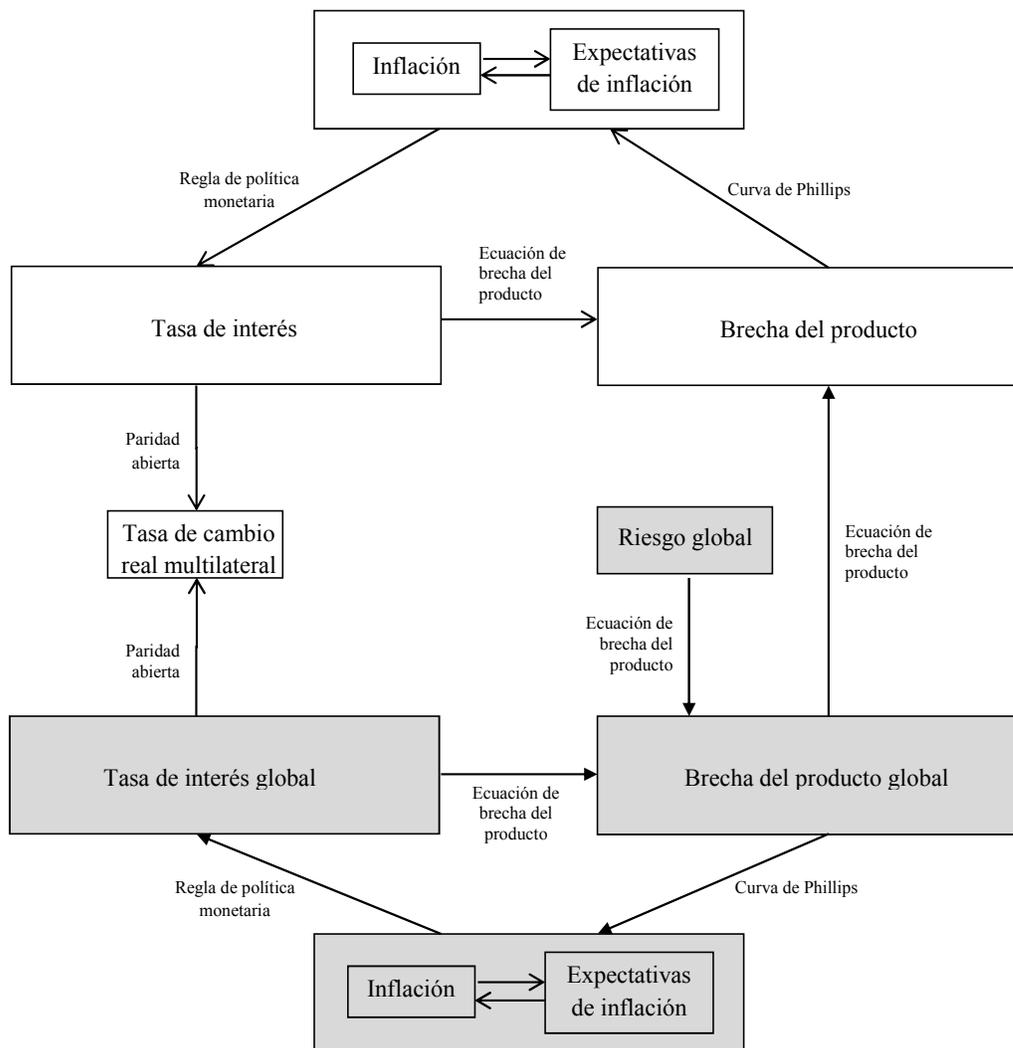
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.18 – Contribución al Cambio de la Inflación Anual del IPC y Cambio de la Inflación Anual del IPC



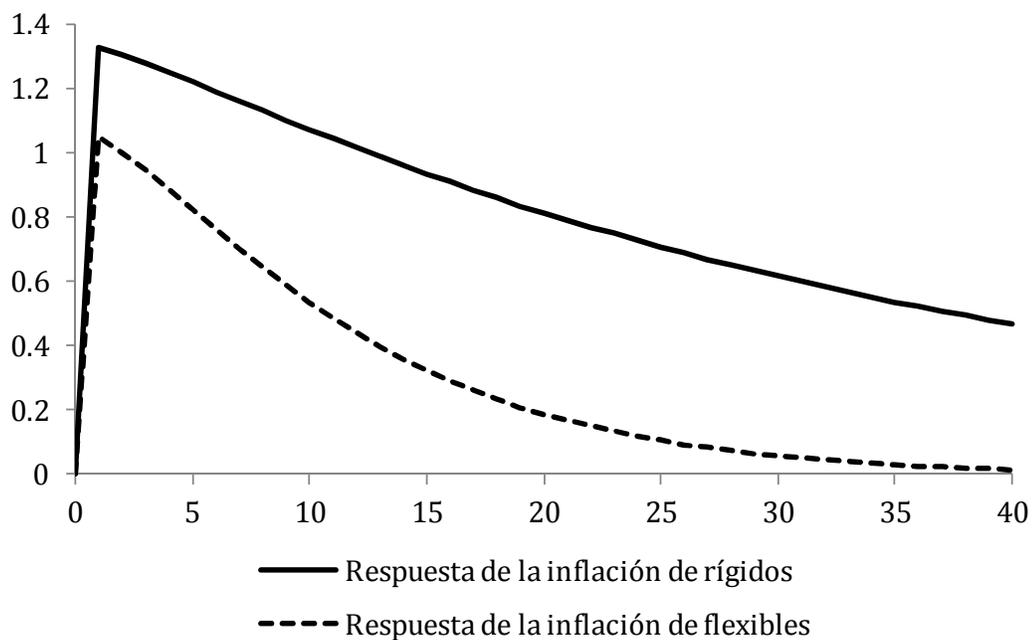
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.19 – Los mecanismos de transmisión de la política monetaria en el MPR



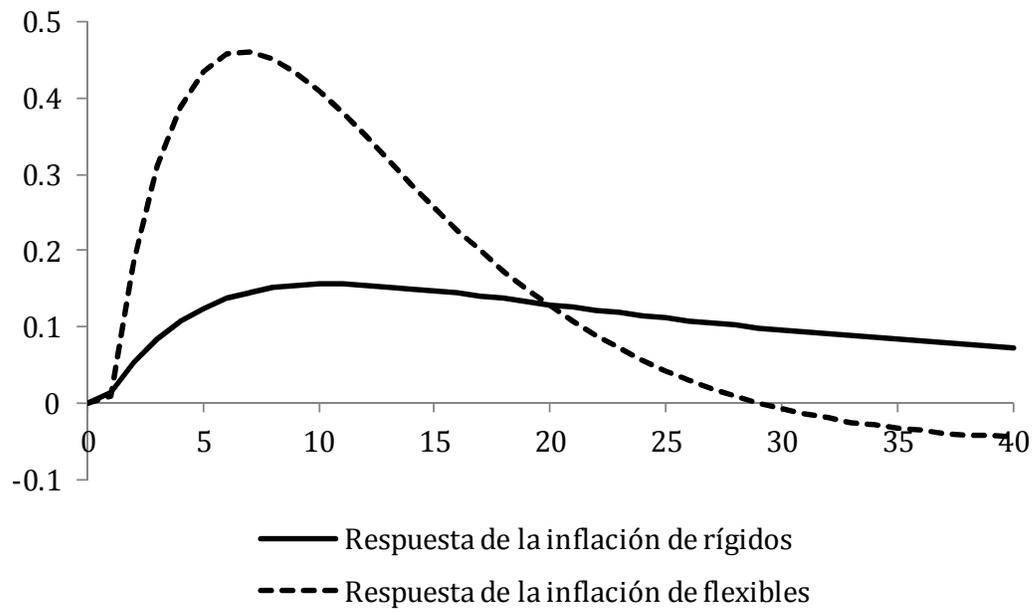
Fuente: Diseño de los Autores.

Figura B.20 – Respuesta de la inflación a un choque en las expectativas de inflación



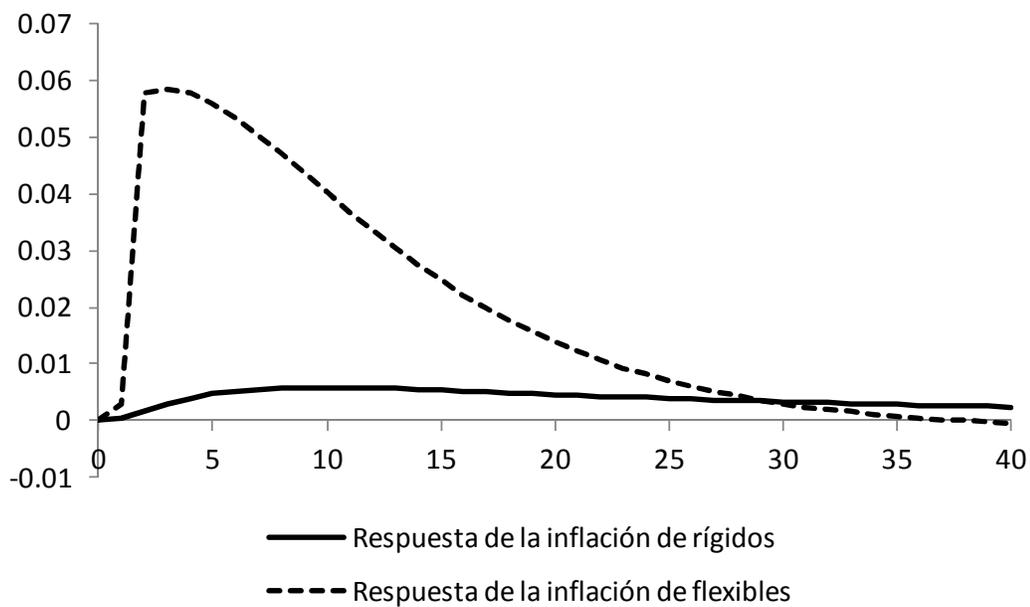
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.21 – Respuesta de la inflación a un choque en la brecha del producto



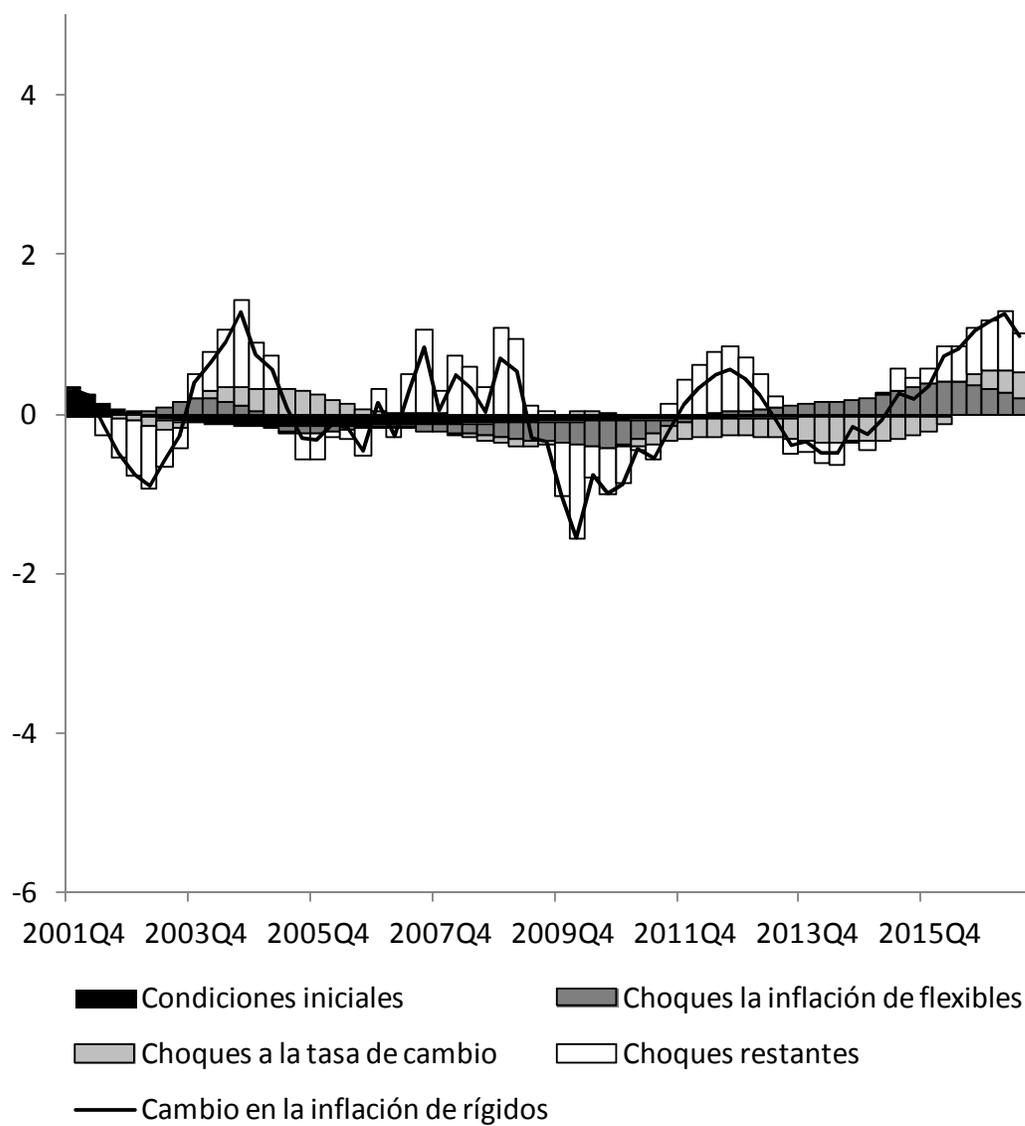
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.22 – Respuesta de la inflación a un choque en la tasa de cambio



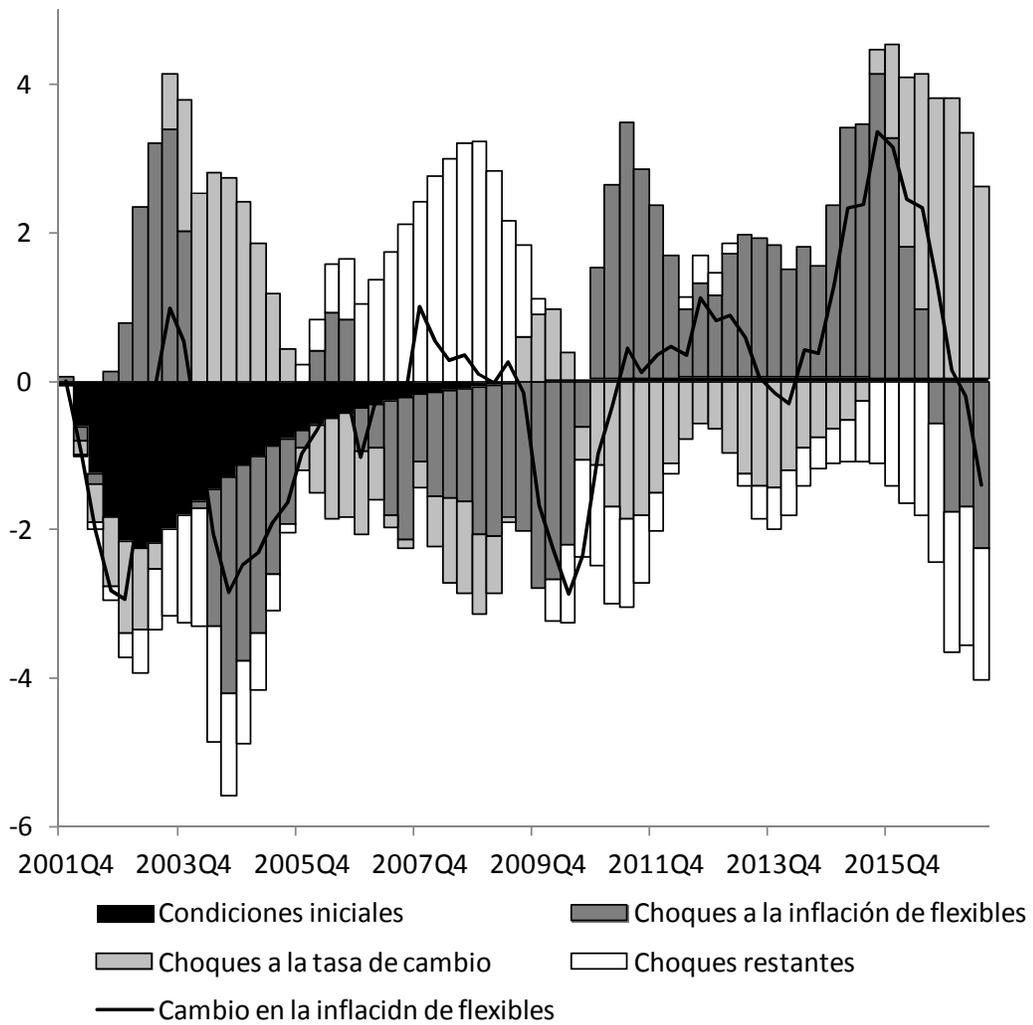
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.23 – Descomposición histórica del cambio en la inflación de los rígidos



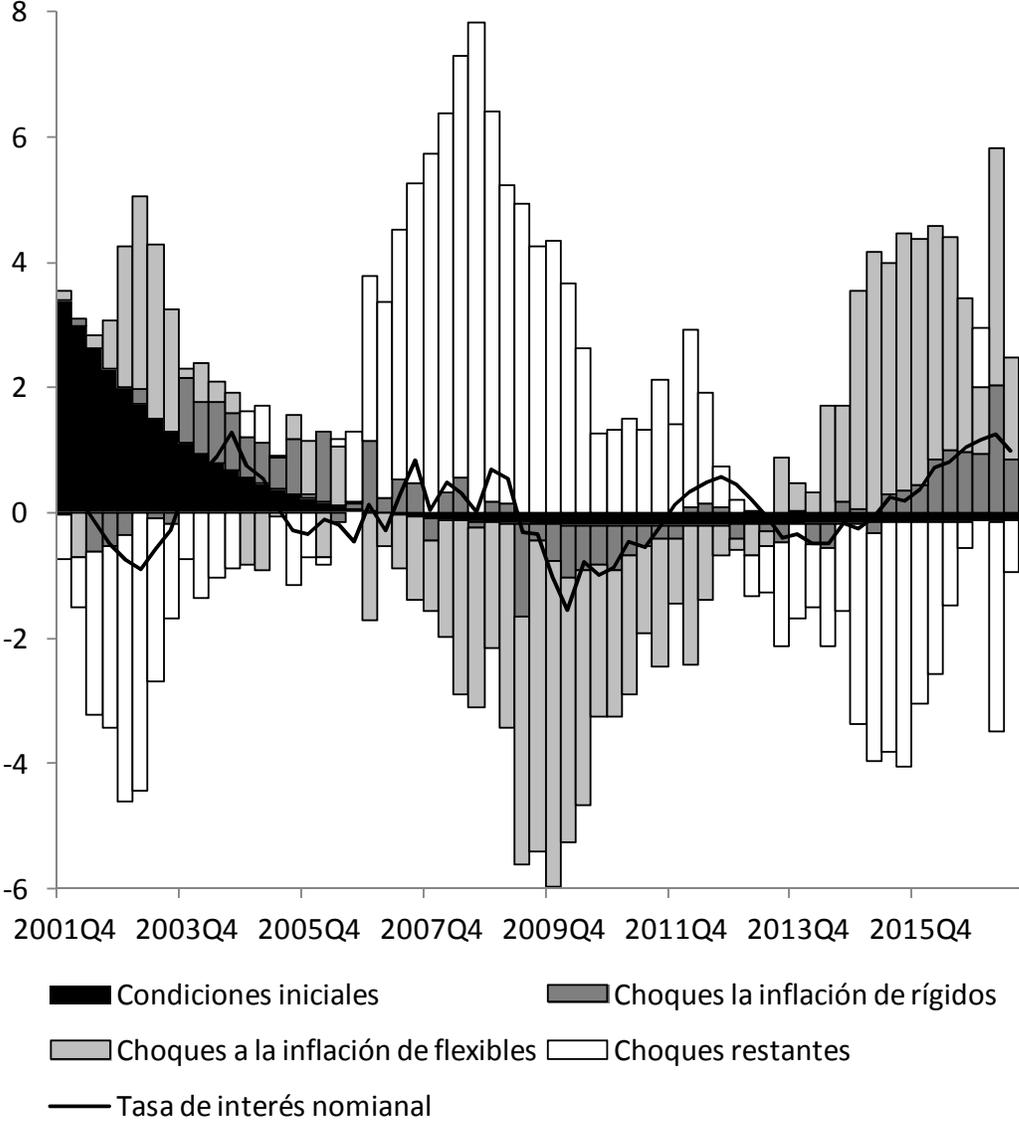
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.24 – Descomposición histórica del cambio en la inflación de flexibles



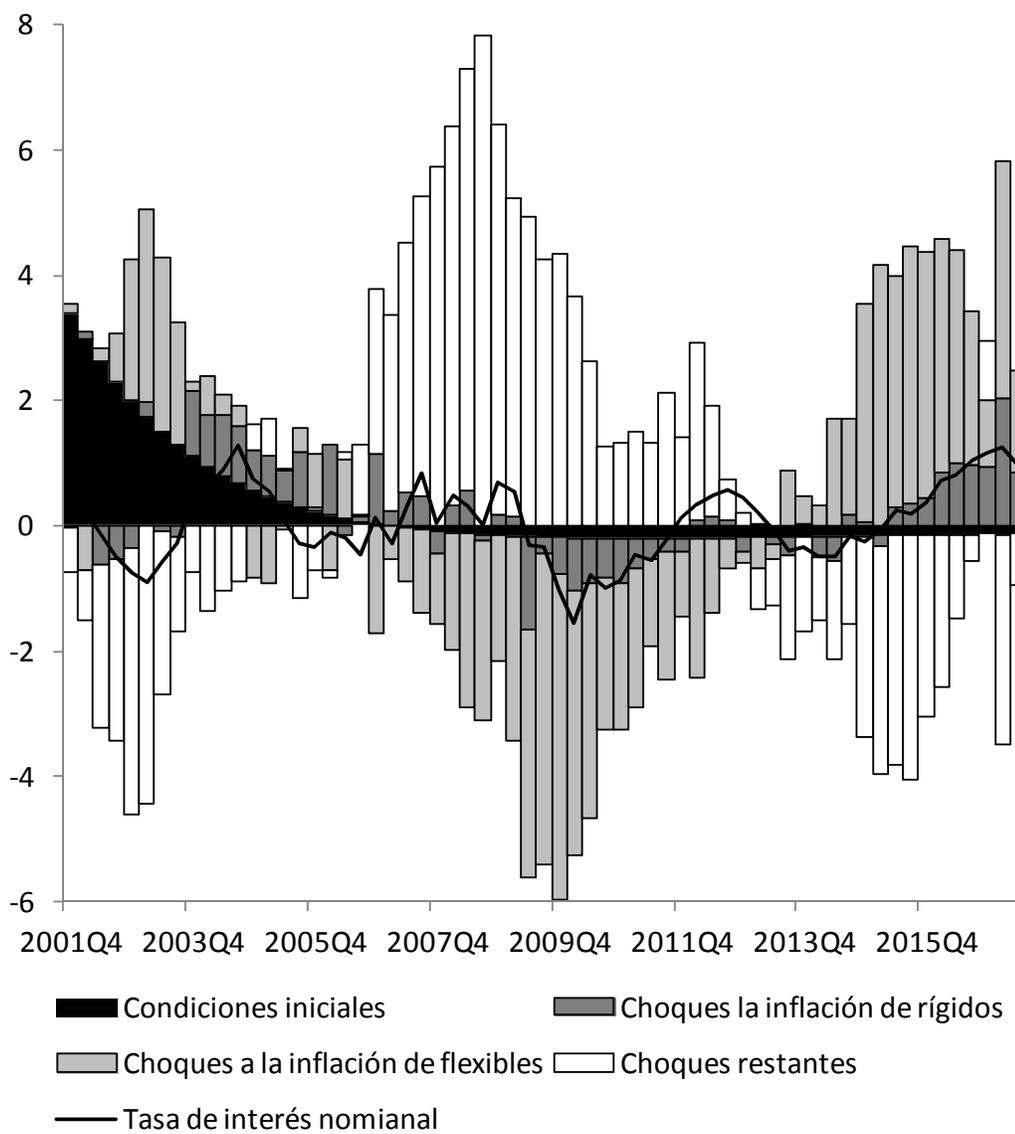
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.25 – Descomposición histórica de la (desviación de la) tasa de interés nominal



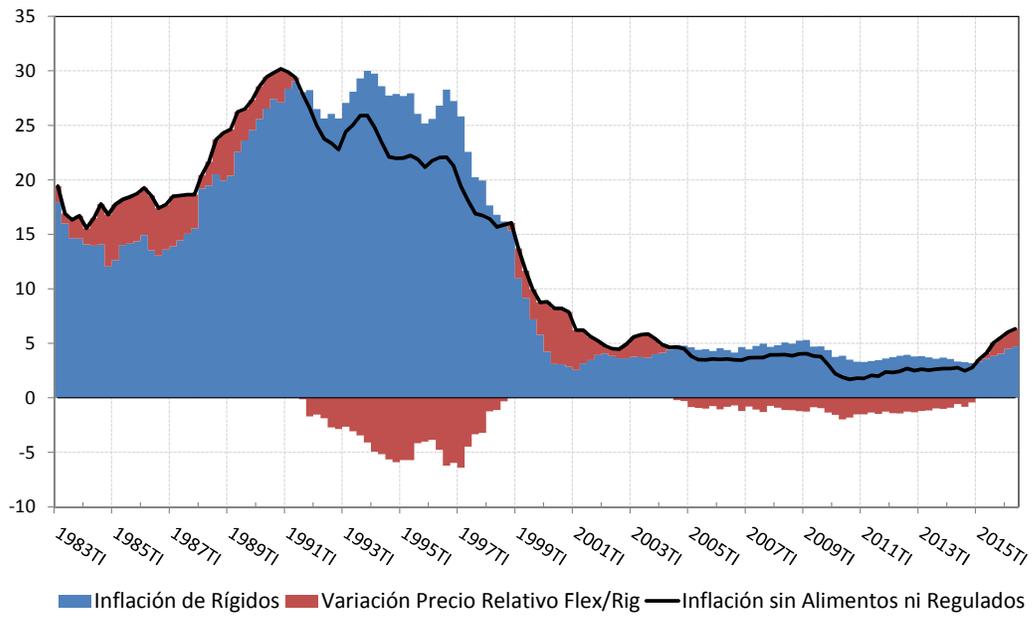
Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.26 – Descomposición histórica del crecimiento del PIB



Fuente: Cálculos de los Autores.

Figura B.27 – Descomposición de la Inflación core



Fuente: Cálculos de los Autores.

