



*Un Modelo de Equilibrio General con Dolarización para la Economía Peruana**

Paul Castillo^a

Carlos Montoro^{b, ♦}

Vicente Tuesta^c

Resumen

En este documento se desarrolla un modelo de equilibrio general dinámico y estocástico calibrado para la economía peruana que puede ser usado para el diseño y análisis de política monetaria. El modelo incluye una segunda moneda que reemplaza parcialmente a la moneda doméstica en sus funciones de unidad de cuenta, medio de pago y reserva de valor; fenómeno que es conocido en la literatura económica como dolarización parcial. Se incluyen además rigideces reales, nominales y financieras para poder replicar algunas regularidades empíricas de los datos macroeconómicos peruanos. El modelo reproduce relativamente bien los principales hechos estilizados de la economía peruana. Se muestra además cómo la dolarización reduce la potencia de la política monetaria para afectar el producto y aumenta la vulnerabilidad de la actividad económica a choques externos. Asimismo, se muestra cómo la intervención cambiaria reduce esta vulnerabilidad. Además, se realizan experimentos que muestran la importancia de la credibilidad del banco central para el control de la inflación.

Clasificación **JEL**: E52, E58, F41.

Palabras clave: Modelos de Equilibrio General, Dolarización Parcial, Política Monetaria.

* Este proyecto se ha beneficiado por los comentarios recibidos de los participantes en diversos seminarios en el BCRP, “Encuentro de Economistas” 2006, 2007 y 2008, la reunión de “Computational Economics Society”, Montreal 2007, la conferencia de LACEA en México 2006, el seminario “Central Bank Macroeconomic Modeling” organizado por el Banco Central de Chile, el “2nd Monetary Policy Research Workshop in Latin America and the Caribbean” organizado por el Banco Central de Reserva del Perú y el CCBS del Banco de Inglaterra, la conferencia “Foreign Currency Related Risk Taking by Financial Institutions, Firms and Households” organizada por el Banco Nacional de Suiza (SNB) y el Centro de Rendimiento Económico (CEPR) y la conferencia “Quantitative Approaches to Monetary Policy in Open Economies” organizada por la Reserva Federal de Atlanta. Agradecemos también a Adrián Armas, David Florián, Alberto Humala, Robert Kollman, Simon Potter, Gabriel Rodríguez, Marco Vega, David Vavra por sus sugerencias y comentarios en versiones preliminares del documento. En particular, los autores están en deuda con Jean-Marc Natal del SNB por sus valiosas sugerencias y comentarios durante su visita al BCRP. Asimismo, se agradece la contribución del equipo de trabajo del Dynare, en CEPREMAP-París, sin la cual el desarrollo de este proyecto no hubiera sido posible.

^a Banco Central de Reserva del Perú: Jr. Antonio Miró Quesada 441, Lima 1, Perú. Teléfono: +511 613-2062. Correo electrónico: paul.castillo@bcrp.gob.pe.

^b Banco Central de Reserva del Perú: Jr. Antonio Miró Quesada 441, Lima 1, Perú. Teléfono: +511 613-2060. Correo electrónico: carlos.montoro@bcrp.gob.pe.

♦ Autor de contacto.

^c Deutsche Bank y CENTRUM-Católica: Jr. Miguel Dasso 104, piso 8, Lima 27, Perú. Teléfono: +511 219-6836. Correo electrónico: vicente.tuesta@db.com.

1. Introducción

Una característica particular de economías con historia de inflación alta es el persistente uso parcial de moneda extranjera por parte de los agentes domésticos. Esta característica, conocida en la literatura económica como dolarización parcial, se encuentra presente en dichas economías aun después de haber mantenido inflaciones bajas y estables por varios años. La dolarización parcial es definida como el reemplazo parcial de las funciones básicas de la moneda doméstica por una moneda extranjera (e.g. dólares americanos). En este contexto, la dolarización parcial puede ser clasificada en tres tipos: a) dolarización de transacciones, también conocida como sustitución monetaria, en cuyo caso los dólares son aceptados como medio de pago; b) dolarización de precios, en la cuál los precios están indexados a variaciones en el tipo de cambio; y c) dolarización financiera, en la cual los dólares se usan como reserva de valor.

Recientemente, varios documentos han usado modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (MEGDE) para estudiar las implicancias de las diferentes formas de dolarización parcial en los mecanismos de transmisión de la política monetaria. Los MEGDE son útiles para estudiar este aspecto, pues hacen explícitos los mecanismos detrás de la dolarización. Sin embargo, a pesar de la importancia de la dolarización parcial para las economías emergentes, la literatura todavía no ha presentado un marco conceptual de estudio de las consecuencias de los diferentes tipos de dolarización. Así, este documento trata de contribuir en esta línea modelando un MEGDE de una economía pequeña y abierta con los tres tipos de dolarización. En particular, se presenta un modelo de escala mediana diseñado para replicar las principales características de la economía peruana -entre ellas la dolarización parcial- que puede ser utilizado para hacer análisis de política.

El estudio de la dolarización parcial en MEGDE ofrece una serie de ventajas. Primero, son adecuados para hacer ejercicios de simulación de política, pues son robustos a la crítica de Lucas (1976) al partir de fundamentos microeconómicos para modelar el comportamiento agregado de la economía. Segundo, la racionalidad individual que subyace el comportamiento agregado permite analizar el impacto de la política monetaria en las expectativas de los agentes económicos. Además, las expectativas racionales permiten diferenciar los efectos tanto entre choques permanentes y transitorios como entre choques anticipados y no anticipados. Tercero, la estructura de equilibrio general permite mantener consistencia en el modelo entre variables de flujo y stock, tales como la inversión con el capital y la cuenta corriente con la posición neta de activos internacionales. Finalmente, y no por ello menos importante, existe evidencia empírica reciente que muestra que los modelos MEGDE tienen una igual o mejor capacidad para realizar pronósticos que los modelos en forma reducida, como son por ejemplo los modelos de tipo de



vectores autoregresivos (VAR)¹.

Entre los diferentes estudios que analizan la dolarización parcial en MEDGE, tenemos a Céspedes y otros (2004) y Gertler y otros (2007) que estudian las implicancias de la dolarización financiera introduciendo el mecanismo del acelerador financiero en un modelo de economía pequeña y abierta. Su principal resultado es que una política de tipo de cambio fijo puede exacerbar problemas financieros porque obliga a las autoridades monetarias a subir tasas de interés durante episodios de contracción. Castillo (2006a), Felices y Tuesta (2007), y Batini y otros (2006) analizan el rol de la dolarización de transacciones en MEDGEs. Ellos muestran cómo en este contexto es más difícil para un banco central estabilizar a la vez la inflación y la brecha de producto². Respecto a la dolarización de precios, Castillo y Montoro (2004), e Ize y Parrado (2006) analizan el vínculo entre dolarización de precios y dolarización financiera. Más recientemente, Castillo (2006b) estudia los efectos de la dolarización de precios en economías con rigideces de precios y choques específicos a sectores³.

En este documento se desarrollan algunos experimentos que muestran las características del modelo y su utilidad para el análisis de política. Por ejemplo, se analiza cómo el banco central puede manejar las expectativas privadas bajo políticas creíbles y cómo las mismas pueden generar situaciones indeseadas cuando las decisiones no son creíbles. Asimismo, se muestra cómo se transmiten los choques de política monetaria, qué implicancias tienen en cuanto a la persistencia de la inflación y sus efectos sobre la actividad económica. También se muestra cómo la dolarización reduce la efectividad de la política monetaria y hace la economía más vulnerable a los choques externos. Asimismo, se muestra cómo la intervención cambiaria reduce esta vulnerabilidad.

El documento tiene la estructura descrita a continuación. En la siguiente sección se presentan los ingredientes que sirven para estudiar la dolarización parcial y la intervención cambiaria en un modelo de equilibrio general. En la sección 3 se detallan todas las relaciones económicas del modelo en forma de ecuaciones lineales. En la sección 4 se presenta la calibración utilizada para la simulación del modelo y se realizan algunos experimentos de política que muestran cómo se

¹ Por ejemplo, recientemente Smets y Wouters (2003, 2007) muestran, utilizando técnicas bayesianas, que los modelos estructurales dinámicos Neo Keynesianos tienen un mejor o igual desempeño que los modelos VAR. Ver también Christiano, Eichenbaum y Evans (2005).

² Castillo (2006a) y Felices y Tuesta (2007) construyen un modelo de economía pequeña y abierta con sustitución monetaria y muestran las limitaciones del banco central. Batini y otros (2006) analizan las condiciones de determinación del equilibrio de expectativas racionales bajo reglas de política monetaria de tasa de interés en economías con sustitución monetaria. Ellos encuentran que las condiciones para que un equilibrio de expectativas se encuentre determinado son más difíciles de cumplir cuando la dolarización de transacciones se encuentra presente.

³ Cabe mencionar que no estamos al tanto de ningún trabajo formal que compare MEDGEs con diferentes formas de dolarización parcial. Sin embargo, Tovar (2005, 2006) y Elekdag y otros (2006) han evaluado recientemente el rol de los efectos de hoja de balance para economías emergentes.

puede utilizar el modelo para hacer análisis de política monetaria. En la última sección se concluye⁴.

2. El modelo

El modelo parte de una economía pequeña y abierta con dinero y rigideces nominales de precios, en línea con las contribuciones de Obstfeld y Rogoff (1995), Chari y otros (2002), Galí y Monacelli (2005), Christiano y otros (2005), Devereux y otros (2006), entre otros. Para mantener el concepto de equilibrio general, el modelo parte de una economía de dos países, la economía doméstica y la externa, y luego se obtiene la economía pequeña asumiendo que el tamaño de la economía doméstica tiende a cero en el límite. De esta manera la economía doméstica no afecta a la economía externa o mundial⁵.

Este modelo base es extendido para cuantificar los efectos de tres tipos de dolarización parcial. Se modela dolarización de transacciones (DT) considerando que tanto la moneda doméstica como la externa otorga utilidad a los consumidores. Se introduce dolarización de precios (DP) asumiendo exógenamente con un conjunto de firmas fijan sus precios en moneda extranjera (dólar). Finalmente, la dolarización financiera (DF) se modela a través de un acelerador financiero en dos monedas. Asimismo, se consideran los efectos de la intervención en el mercado cambiario en la dinámica del tipo de cambio a través de una modificación en la relación de la paridad descubierta de tasas de interés. Los detalles de la modelación de la dolarización parcial y la intervención cambiaria se muestran a continuación.

2.1 Dolarización de Transacciones

En el modelo, cada individuo j de la economía doméstica recibe utilidad por consumir una canasta de bienes, C_t^j , por mantener saldos monetarios, Z_t^j , y percibe desutilidad por trabajar, L_t^j . Las preferencias del individuo están representadas por la siguiente función de utilidad

$$u_t = E_t \left[\sum_{s=0}^{\infty} \beta^{t+s} U \left(C_{t+s}^j, C_{t+s-1}^{fam}, Z_{t+s}^j, L_{t+s}^j, \xi_{t+s} \right) \right], \quad (2.1)$$

donde E_t es la expectativa condicional sobre el conjunto de información en el período t y β es el factor de descuento intertemporal, con $0 < \beta < 1$. Z_t^j es el saldo de dinero real del agente j

⁴ El lector interesado en conocer más detalles del modelo o de las derivaciones matemáticas detrás del mismo, puede consultar el apéndice técnico publicado en:

www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos/estudios-economicos-no-17.html.

⁵ De Paoli (2009), Castillo, Montoro y Tuesta (2006) y Felices y Tuesta (2007) adoptan la misma estrategia para analizar temas de política monetaria en economías pequeñas y abiertas. Por su parte, Galí y Monacelli (2005) modelan la economía pequeña y abierta considerando una economía mundial determinada por un continuo de economías pequeñas y abiertas.



en el periodo t . Adicionalmente, las preferencias sobre el consumo exhiben hábitos externos, es decir, el nivel de la utilidad marginal por consumir es decreciente en la diferencia relativa de C_t^j con relación al nivel del consumo agregado en el período anterior, C_{t-1}^{fam} . Por lo tanto, los individuos disfrutan de mayor utilidad en tanto sus niveles de consumo aumentan con relación a sus hábitos⁶. Finalmente, ξ_t se puede interpretar como un choque de confianza o de preferencias que exhibe un proceso autoregresivo de primer orden en logaritmos.

La forma funcional de la utilidad es la siguiente:

$$U(C_t^j, C_t^{fam}, Z_t, L_t^j, \xi_t) = \xi_t \ln \left\{ \left[b(C_t^j - hC_{t-1}^{fam})^{\frac{\omega-1}{\omega}} + (1-b)Z_t^{\frac{\omega-1}{\omega}} \right]^{\frac{\omega}{\omega-1}} \right\} - \frac{(L_t^j)^{1+\eta}}{1+\eta}, \quad (2.2)$$

la cual posee la propiedad de tener una elasticidad de sustitución intertemporal unitaria en el bloque de consumo y saldos monetarios, mientras que para el trabajo la elasticidad de sustitución intertemporal es η . El coeficiente de formación de grado de hábitos es h , el peso relativo del consumo respecto al dinero en la función de utilidad es b y la elasticidad de sustitución entre consumo y dinero es ω .

Siguiendo el trabajo de Felices y Tuesta (2007), incorporamos dolarización de transacciones considerando que las familias perciben utilidad de mantener no solo saldos reales de moneda doméstica ($M_t^{S,j} / P_t$), sino también de moneda extranjera ($S_t M_t^{D,j} / P_t$). De esta forma, al mantener saldos reales en ambas monedas se incurre en menores costos al realizar transacciones y por ende se genera mayor utilidad. Se define el agregado monetario que afecta la función de utilidad como:

$$Z_t^j = \left(\frac{M_t^{S,j}}{P_t} \right)^{1-\delta_{DT}} \left(\frac{M_t^{D,j} S_t}{P_t} \right)^{\delta_{DT}}, \quad (2.3)$$

donde $0 \leq \delta_{DT} \leq 1$ representa las preferencias por la moneda extranjera dentro del total de medios de pagos líquidos; $M_t^{S,j}$ y $M_t^{D,j}$ son los saldos de dinero del individuo j en soles y dólares, respectivamente; S_t es el tipo de cambio nominal y P_t es el índice de precios al consumidor. Después de algunas transformaciones y considerando las demás condiciones de primer orden del consumidor, la condición de primer orden para el agregado monetario Z_t^j tiene la siguiente forma:

⁶ La presencia de hábitos en los modelos Neo Keynesianos ayudan a explicar la dinámica del consumo y producto que se observa en los datos luego de un choque monetario, puesto que agregan persistencia en las variables reales.

$$U_{z,t} = U_{c,t} \left[\frac{i_t}{1+i_t} / 1 - \delta_{DT} \right]^{1-\delta_{DT}} \left[\left(\frac{(1+i_t^*)\Psi_B - 1}{(1+i_t^*)\Psi_B} \right) / \delta_{DT} \right]^{\delta_{DT}}, \quad (2.4)$$

donde i_t e i_t^* son las tasas de interés en soles y dólares, respectivamente y Ψ_B es la prima de riesgo externa de los bonos en dólares. La utilidad marginal de los saldos monetarios es igual a la utilidad marginal del consumo multiplicada por un término que es función de las tasas de interés nominal doméstica y externa. Nótese que cuando el grado de dolarización de transacciones (δ_{DT}) tiende a cero, esta condición converge a la condición de optimización tradicional de un modelo dinero en la función de utilidad.

Con estas condiciones, la utilidad marginal de consumir puede expresarse en términos no sólo del consumo sino también de las tasas de interés nominal en soles y dólares, con pesos relativos que dependen del nivel de dolarización de transacciones. En particular, la importancia de la tasa en dólares en las decisiones de consumo es mayor cuando el grado de sustitución monetaria es mayor.

2.2 Dolarización de Precios

En el modelo se introduce dolarización de precios asumiendo que un conjunto de empresas productoras de bienes finales que vende en el mercado doméstico fija sus precios en dólares. Estas empresas siguen, al igual que las empresas que fijan precios en soles, el mecanismo de fijación de precios a la Calvo (1983). De esta manera, la dinámica de la inflación doméstica está determinada por dos curvas de Phillips, una para el grupo de empresas que fijan precios en soles y otra para aquellas que fijan precios en dólares.

Así, una proporción δ_{DP} de empresas fijan precios en dólares, mientras que las demás, $(1 - \delta_{DP})$, lo hacen en soles. El índice de precios producidos domésticamente es el siguiente:

$$P_t^H = \left[(1 - \delta_{DP})(P_t^S)^{1-\varepsilon} + \delta_{DP}(S_t P_t^D)^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad (2.5)$$

donde P_t^S y P_t^D son los precios fijados en soles y en dólares, respectivamente y ε es la elasticidad de sustitución entre bienes. Se denota como $i = \{S, D\}$ a las firmas que ponen sus precios en soles y en dólares, respectivamente. Como se puede ver de la ecuación (2.5), la existencia de dolarización de precios implica que si una fracción de los precios de los bienes finales son rígidos en dólares, entonces las fluctuaciones del tipo de cambio se traspasan inmediatamente a la inflación doméstica.



Los productores de bienes finales operan en un ambiente de competencia monopolística, donde cada firma enfrenta una demanda de pendiente negativa, especificada líneas abajo. Adicionalmente, se asume que en cada periodo t estas firmas enfrentan una probabilidad exógena dada por $(1 - \theta_i)$ de volver a fijar precios, para $i = \{S, D\}$. Siguiendo a Calvo (1983), se asume que esta probabilidad es independiente del nivel del precio seleccionado por la firma en el período previo, así como también del tiempo transcurrido desde la última vez que la firma cambio sus precios. Finalmente, también se asume que el precio de cada firma z que no reoptimiza se ajusta siguiendo la siguiente regla de indexación:

$$\frac{P_t^i(z)}{P_{t-1}^i(z)} = (\Pi_{t-1}^i)^\lambda$$

donde $0 \leq \lambda_i < 1$ es el grado de indexación, para $i = \{S, D\}$. Así, condicionado a un precio fijo en el periodo t , el valor presente descontado de los beneficios de la firma z viene dado por

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\theta_i)^k \Lambda_{t+k} \left[\frac{P_t^{i,o}(z)}{P_{t+k}^i} \left(\frac{P_{t+k}^i}{P_{t-1}^i} \right)^{\lambda_i} - MC_{t+k}^i \right] Y_{t+k|t}^i(z) \right\}, \tag{2.6}$$

donde $\Lambda_{t+k} = \beta^k \frac{U_{C,t+k}}{U_{C,t}}$ es el factor de descuento estocástico, MC_{t+k}^i es el costo marginal real expresado en unidades de cada tipo de bien $i = \{S, D\}$, definido por:

$$MC_t^S = MC_t \frac{P_t}{P_t^S}, \tag{2.7}$$

$$MC_t^D = MC_t \frac{P_t}{S_t P_t^D}, \tag{2.8}$$

y $Y_{t+k|t}^i(z)$ es la demanda por el bien z en $t+k$ condicionado a que el precio ha sido fijado desde el periodo t , la cual está dada por

$$Y_{t+k|t}^i(z) = \left[\frac{P_t^{i,o}(z)}{P_{t+k}^i} \left(\frac{P_{t+k}^i}{P_{t-1}^i} \right)^{\lambda_i} \right]^{-\varepsilon} Y_{t+k}^i.$$

Cada firma z elige $P_t^{i,o}(z)$ para maximizar (2.6). La condición de primer orden de este problema es la siguiente:

$$E_t \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} (\theta_i)^k \Lambda_{t+k} \left(\frac{P_t^{i,o}(z)}{P_{t+k}^i} \Upsilon_{t,t+k}^i - \mu MUP_{t+k} MC_{t+k}^i \right) \left(\Upsilon_{t,t+k}^i \right)^{-\varepsilon} Y_{t+k}^i \right\} = 0,$$

donde $\mu \equiv \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$, $\Upsilon_{t,t+k}^i \equiv \left(F_{t,t+k}^i \right)^{1-\lambda_i} \left(\frac{\Pi_t^i}{\Pi_{t+k}^i} \right)^{\lambda_i}$, $F_{t,t+k}^i \equiv \frac{P_t^i}{P_{t+k}^i}$ y MUP_{t+k} es un choque exógeno a los márgenes que es cambiante en el tiempo y evoluciona según un proceso autoregresivo de primer orden en logaritmos.

Seguendo a Benigno y Woodford (2005), la anterior condición de primer orden puede ser reescrita recursivamente utilizando dos variables auxiliares, $V_t^{i,D}$ y $V_t^{i,N}$, las mismas que se relacionan de la siguiente manera

$$\frac{P_t^{i,o}(z)}{P_t^i} = \frac{V_t^{i,N}}{V_t^{i,D}},$$

donde

$$V_t^{i,N} = \mu M U_{C,t} U_{C,t} Y_t^i M C_t^i + \theta_i \beta E_t \left\{ V_{t+1}^{i,N} \left(\Pi_{t+1}^i \left(\Pi_t^i \right)^{-\lambda} \right)^\varepsilon \right\}, \quad (2.9)$$

$$V_t^{i,D} = U_{C,t} Y_t^i + \theta_i \beta E_t \left\{ V_{t+1}^{i,D} \left(\Pi_{t+1}^i \left(\Pi_t^i \right)^{-\lambda} \right)^{\varepsilon-1} \right\}. \quad (2.10)$$

Asimismo, dado que en cada periodo t sólo una fracción $(1 - \theta_i)$ de las firmas cambia sus precios, y el resto de firmas actualizan sus precios en función a la tasa de inflación pasada, la tasa bruta de inflación para $i = \{S, D\}$ está determinada por la siguiente condición:

$$\theta_i \left[\Pi_t^i \left(\Pi_{t-1}^i \right)^{-\lambda} \right]^{\varepsilon-1} = 1 - (1 - \theta_i) \left(\frac{V_t^{i,N}}{V_t^{i,D}} \right)^{1-\varepsilon}. \quad (2.11)$$

Las ecuaciones (2.9), (2.10) y (2.11) determinan la ecuación de oferta agregada (curva de Phillips) de la producción doméstica para las firmas que ponen sus precios en soles o en dólares.

2.3 Dolarización Financiera

En el modelo los empresarios son agentes que se dedican a invertir en bienes de capital. Ellos financian la inversión empleando su propio patrimonio neto y a través de la emisión de deuda. Como resultado, el balance del empresario está determinado por

$$N_t + \frac{D_t}{P_t} = Q_t K_t, \quad (2.12)$$

donde N_t es el valor real del patrimonio neto del empresario, D_t la deuda emitida por los empresarios denominada en unidades de moneda doméstica, K_t es el stock de capital físico a fines del periodo t y Q_t es el precio de capital en términos de unidades de consumo, conocido también como la “*Q de Tobin*”.

Para modelar imperfecciones en el mercado de créditos se toma como referencia el trabajo de Bernanke y otros (1999). En dicho estudio la prima por riesgo está relacionada inversamente con el patrimonio neto del empresario, debido a la existencia de asimetrías en la información y costos de monitoreo. En el modelo, el valor esperado de los costos de quiebra es pequeño



cuando la proporción de inversión en capital es autofinanciada. Por lo tanto, cuanto menor sea la deuda relativa al patrimonio neto, menor será el valor esperado de la prima de riesgo. Los empresarios se endeudan domésticamente pagando una prima por riesgo, RP_t , sobre el nivel de la tasa nominal libre de riesgo. La prima por riesgo es una función del ratio deuda/patrimonio neto

$$RP_t = \chi\left(\frac{D_t}{P_t N_t}\right), \quad (2.13)$$

donde $\chi(\cdot)$ es una función creciente y cóncava. Para modelar la dolarización financiera se considera que en el contrato de pago de intereses de los empresarios, una fracción del servicio de la deuda se encuentra indexada a la tasa de interés en dólares. Por simplicidad, se asume que esta fracción esta dada por δ_{DF} y se encuentra determinada exógenamente⁷.

En equilibrio, el retorno esperado del capital debe ser igual al costo de endeudamiento para financiar capital:

$$E_t [R_{t+1}^K] = (1 + RP_t) E_t \left[\left[(1 + i_t) \right]^{1-\delta_{DF}} \left[(1 + i_t^*) \frac{S_{t+1}}{S_t} \right]^{\delta_{DF}} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]. \quad (2.14)$$

La ecuación (2.14) muestra que el nivel óptimo de inversión en bienes de capital se obtiene cuando el retorno esperado de invertir en capital, $E_t R_{t+1}^K$, es igual al costo marginal por financiar la inversión, el mismo que consiste una prima por riesgo, $(1 + RP_t)$ y en la tasa de interés esperada real (libre de riesgo) en soles, $\left(E_t (1 + i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)$ y en dólares, $\left(E_t (1 + i_t^*) \frac{S_{t+1}}{S_t} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right)$. La importancia de la tasa de interés real en dólares depende del grado de dolarización financiera, δ_{DF} .

Los empresarios compran cada periodo capital nuevo al precio Q_t y alquilan una proporción $u_t \leq 1$ del capital físico instalado a los productores de bienes intermedios a una tasa de alquiler R_t^H . En la utilización del capital incurren en un costo $\Psi_U(u_t)$, donde Ψ_U es una función creciente que mide el desgaste acelerado del capital por su uso más intensivo. El retorno de invertir en capital, R_t^K , está dado por:

⁷ Para endogenizar esta decisión se requeriría resolver el modelo utilizando una aproximación de mayor orden, lo que complicaría enormemente el modelo. Añadir esta decisión en el modelo se encuentra más allá de los objetivos de esta investigación.

$$R_t^K = \frac{1}{Q_{t-1}} [u_t R_t^H - \Psi_U(u_t) + (1 - \delta) Q_t], \quad (2.15)$$

el cual está compuesto por dos factores: el pago recibido de los productores de bienes intermedios neto del costo de utilización, $u_t R_t^H - \Psi_U(u_t)$, y las ganancias por aumentos en el precio del capital neto de depreciación, $(1 - \delta) Q_t$, todo dividido por el precio inicial del capital, Q_{t-1} . Para maximizar el retorno del capital, la condición de primer orden de la tasa de utilización de capital esta dada por:

$$\Psi_U'(u_t) = R_t^H. \quad (2.16)$$

El valor del capital de los empresarios luego de descontar el endeudamiento del periodo anterior esta dado por V_t :

$$V_t = R_t^K Q_{t-1} K_{t-1} - (1 + RP_{t-1}) [1 + i_{t-1}]^{1-\delta_{DF}} \left[(1 + i_{t-1}^*) \frac{S_t}{S_{t-1}} \right]^{\delta_{DF}} \frac{P_{t-1}}{P_t} \frac{D_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (2.17)$$

donde el primer y segundo término corresponden, respectivamente, al retorno real ex-post del capital y al costo ex-post de endeudamiento. Como se puede ver en la ecuación (2.17), cuando existe dolarización financiera la evolución del valor del capital de los empresarios depende además del precio y la rentabilidad del capital, entre otras variables, de la depreciación observada en el tipo de cambio nominal. La dolarización financiera afecta de manera importante el acelerador financiero. En la medida que ella sea más alta, mayor será el impacto de la devaluación de la moneda extranjera en el balance de las empresas, y por lo tanto su impacto en el mecanismo de transmisión de la política monetaria.

Se asume, además, al igual que en Bernanke y otros (1999), que una proporción v de empresas desaparece cada periodo y los empresarios que salen del negocio consumen sus recursos remanentes. Entonces, la dinámica de la evolución del patrimonio neto esta dado por

$$N_t = (1 - v) V_t, \quad (2.18)$$

y el consumo de los empresarios viene dado por

$$C_t^{emp} = v V_t. \quad (2.19)$$

2.4 Intervención Cambiaria

El tipo de cambio se determina en el modelo en la condición de *paridad descubierta de tasas de interés (PDI)*. Dicha relación vincula la depreciación esperada del tipo de cambio nominal con



el diferencial nominal de tasas de interés. Esta condición proviene de dividir las condiciones de primer orden de los individuos respecto a sus tenencias en bonos domésticos y externos. Esta condición es la siguiente:

$$\frac{1 + i_t}{1 + i_t^*} = \frac{\Psi_B E_t \left[\frac{S_{t+1}^{EXP} P_t}{S_t P_{t+1}} U_{C,t+1} \right] PDI_t}{E_t \left[U_{C,t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right]}, \quad (2.20)$$

donde S_{t+1}^{EXP} es la expectativa de los agentes económicos del tipo de cambio en $t+1$, $U_{C,t+1}$ es la utilidad marginal por consumir en el periodo $t+1$, PDI_t es un choque exógeno que se ha agregado para analizar los efectos de las desviaciones en esta relación, el mismo que sigue un proceso autoregresivo de orden uno en logaritmos.

Cuando la autoridad monetaria afecta el comportamiento del tipo de cambio a través de intervención esterilizada en el mercado cambiario⁸, se alteran los efectos de la dolarización parcial sobre los mecanismos de transmisión. En el modelo se incluye la intervención cambiaria considerando que mediante este mecanismo se afectan las expectativas de los agentes económicos sobre el tipo de cambio. Más precisamente, en la ecuación de la paridad descubierta de la tasa de interés (2.20) consideramos que las expectativas del tipo de cambio toman la siguiente forma:

$$S_{t+1}^{EXP} = (S_{t+1})^{1-\lambda_{pdi}} (S_{t-1})^{\lambda_{pdi}}, \quad (2.21)$$

donde S_{t+1} corresponde al valor del tipo de cambio en $t+1$ consistente con expectativas racionales y S_{t-1} al valor del periodo anterior. Bajo este supuesto las expectativas del tipo de cambio futuro son una mezcla entre el tipo de cambio de expectativas racionales y expectativas adaptativas, siendo el parámetro λ_{pdi} el peso relativo entre ambos tipos de expectativas.

Se puede observar que cuando el parámetro λ_{pdi} tiende a 1, el modelo se acerca a uno de tipo de cambio fijo. Por otro lado, cuando λ_{pdi} tiende a 0 como en el caso tradicional, el tipo de cambio depende bastante de las expectativas sobre lo que vaya a pasar en el futuro. La calibración de un parámetro λ_{pdi} entre 0 y 1 aísla parcialmente al tipo de cambio de los efectos causados por fluctuaciones de las variables, lo cual se asemeja a la intervención cambiaria por parte de la autoridad monetaria sin necesidad de modelar explícitamente dicha intervención.

⁸ Por intervención esterilizada nos referimos a compras y ventas de moneda extranjera en el mercado cambiario, las mismas que son acompañadas con emisiones o recompras de valores negociables en moneda doméstica por parte del banco central para esterilizar los efectos en la liquidez generados por la intervención.

3 La Versión Lineal del Modelo

En esta sección se presenta la versión lineal del modelo. Esta consiste en una aproximación de Taylor (en logaritmos) de primer orden alrededor del estado estacionario, de las condiciones de eficiencia y restricciones de recursos de los agentes económicos. El sistema de ecuaciones lineal resultante consiste en un conjunto de ecuaciones en diferencia estocásticas, cuya solución es un sistema de ecuaciones lineales que vincula las variables endógenas del modelo con las variables de estado. Las variables de estado pueden ser choques, como el de productividad o la tasa de interés internacional, o variables endógenas rezagadas, como el nivel de capital del periodo anterior.

Para facilitar la exposición del modelo, el sistema de ecuaciones que lo describen han sido agrupadas en cuatro bloques. El bloque de demanda agregada, que comprende el consumo, la inversión, las exportaciones e importaciones. El bloque de la oferta agregada, que está determinado por las ecuaciones de inflación, el mercado de trabajo y el mercado de capital. El tercer bloque, el sector externo, resume la interacción de la economía con el resto del mundo. Finalmente, el cuarto bloque está determinado por la regla de política del banco central.

El modelo consta de 50 ecuaciones principales, más 7 procesos autoregresivos que determinan la evolución de choques exógenos⁹. Las variables definidas en minúsculas corresponden a la diferencia en logaritmos neperianos de la variable en nivel respecto a su estado estacionario¹⁰. Esto es: $x_t = \ln X_t - \ln X$.

3.1 Demanda Agregada

La demanda agregada está determinada por la siguiente ecuación:

$$y_t = \phi_{ABS} abs_t + \phi_X y_t^X - \phi_M y_t^M, \quad (3.1)$$

donde y_t representa el producto bruto interno (PBI), abs_t , la demanda interna o absorción, y_t^X las exportaciones e y_t^M las importaciones, respectivamente. Asimismo, ϕ_{ABS} , ϕ_X y ϕ_M corresponden a los valores en estado estacionario del ratio de la absorción, exportaciones e importaciones sobre el PBI. Asociado al PBI se encuentra su deflactor, t_t^{def} , el cual se define en términos relativos al índice de precios al consumidor (IPC):

⁹ Entre los choques exógenos tenemos: preferencias (ξ_t); la paridad descubierta de la tasa de interés (pdi_t), la productividad doméstica (a_t); los márgenes de los sectores de producción doméstica (mup_t), de exportación (mup_t^X) y de importación (mup_t^M) y la tasa de interés de política monetaria (mon_t).

¹⁰ En el caso de las variables de inflación, las desviaciones son respecto a su nivel meta.



$$t_t^{def} = \phi_X (rer_t + t_t^X) - \phi_M t_t^M, \quad (3.2)$$

donde t_t^X es el índice de precios a la exportación en términos relativos al IPC externo, t_t^M es el índice de precios a la importación relativo al IPC doméstico y rer_t es el tipo de cambio real definido como el valor del IPC externo en términos de moneda doméstica en relación al IPC doméstico, el mismo que adopta la siguiente dinámica:

$$rer_t = rer_{t-1} + \Delta s_t + \pi_t^* - \pi_t, \quad (3.3)$$

donde Δs_t es la variación porcentual del tipo de cambio nominal, definido como el precio de la moneda extranjera en términos de la moneda doméstica, π_t^* es la inflación externa y π_t es la inflación del IPC doméstico.

El primer componente de la demanda agregada, la absorción interna, está determinado por la suma del consumo, la inversión y el gasto de gobierno:

$$\phi_{ABS} abs_t = \phi_C c_t + \phi_{INV} inv_t + \phi_G g_t, \quad (3.4)$$

donde ϕ_C , ϕ_{INV} y ϕ_G corresponden a los valores en estado estacionario del ratio del consumo, inversión y gasto público sobre el PBI. Por simplicidad, en esta versión del modelo se ha asumido que los bienes de consumo, de inversión y de gasto público, son idénticos, consecuentemente tienen el mismo índice de precios¹¹.

3.1.1 Consumo

El consumo agregado, c_t , está determinado por la suma de las decisiones de consumo de todos los agentes de la economía: las familias, c_t^{fam} y los empresarios, c_t^{emp} :

$$c_t = \phi_{fam} c_t^{fam} + (1 - \phi_{fam}) c_t^{emp}, \quad (3.5)$$

donde ϕ_{fam} es la participación en estado estacionario del consumo de las familias sobre el consumo total. La diferencia fundamental entre familias y empresarios es su capacidad para acceder al mercado financiero. Se asume que las familias acceden a un mercado de créditos eficiente, y consecuentemente, no enfrentan restricciones para suavizar su consumo, mientras que los empresarios no tienen acceso a este mercado. Para prestarse, estos últimos agentes tienen que contar con garantías. Aquellos que ofrezcan mejores garantías recibirán una menor tasa de interés.

¹¹ Por esta razón en la ecuación (3.4) no se incluyen precios relativos.

Esta diferencia al acceso al mercado de créditos afecta de manera importante las decisiones de consumo de cada uno de estos agentes. Para las familias, su consumo no está restringido por el nivel de sus ingresos corrientes, sino por su ingreso permanente, y por la evolución de la tasa de interés real. Si la tasa de interés real aumenta, las familias van a preferir consumir menos en el periodo actual, y más en el futuro (ahorrar) para aprovechar la mayor tasa de interés real vigente. Este comportamiento racional de las familias se refleja en la siguiente ecuación de Euler:

$$u_{ct} = i_t - E_t \pi_{t+1} + E_t u_{ct+1}. \quad (3.6)$$

Esta ecuación iguala el retorno de ahorrar a su costo. El costo de ahorrar está determinado por la utilidad marginal, u_{ct} , que las familias dejan de percibir por posponer su consumo, mientras que el beneficio o retorno de ahorrar está determinado por la tasa de interés real, $i_t - E_t \pi_{t+1}$, valorizada de acuerdo con la utilidad marginal futura, $E_t u_{ct+1}$. Asimismo, la utilidad marginal del consumo está definida por:

$$u_{ct} = - \left(\frac{1}{1-h} c_t^{fam} - \frac{h}{1-h} c_{t-1}^{fam} \right) + vm_t + \xi_t, \quad (3.7)$$

donde $0 \leq h < 1$ es el grado de hábitos, vm_t es el efecto del dinero sobre la utilidad marginal y ξ_t es un choque de preferencias. La utilidad marginal del consumo en el modelo no depende únicamente del nivel presente del consumo, como ocurre en los modelos tradicionales, sino también del consumo rezagado y de las tasas de interés nominal en soles y dólares. El valor marginal del consumo depende del nivel de sus hábitos, los cuales son una proporción h del consumo del período anterior. La existencia de hábitos es importante porque genera una respuesta dinámica del consumo agregado a cambios en la tasa de interés real más realista desde el punto de vista empírico. Cuando existen hábitos, el consumo no reacciona instantáneamente ante cambios en la tasa de interés real, sino que la reacción es progresiva, alcanzándose el impacto máximo luego de algunos periodos.

Además, el efecto del dinero sobre la utilidad marginal tiene la siguiente forma:

$$vm = -\Omega \left[(1 - \delta_{DT}) i_t + \delta_{DT} i_t^* \right], \quad (3.8)$$

donde $\Omega \equiv \beta(1-\omega) \left[\frac{(1-b)^\omega (1-\beta)^{1-\omega}}{b^\omega + (1-b)^\omega (1-\beta)^{1-\omega}} \right]$, β es el factor intertemporal de descuento, ω es la elasticidad de sustitución entre consumo y dinero y $0 < b \leq 1$ determina el peso relativo del consumo respecto al dinero en la función de utilidad. δ_{DT} es el ratio de dolarización de



transacciones, determinado por el peso relativo de la demanda de dinero en dólares respecto a la de soles en la función de utilidad. i_t y i_t^* son las tasas de interés nominales en moneda doméstica y extranjera, respectivamente.

Como se puede apreciar en la ecuación (3.8), las tasas de interés nominales en moneda doméstica y externa también afectan el consumo de las familias a través de la demanda por dinero y la dolarización de transacciones. En el modelo, para consumir las familias requieren mantener dinero en efectivo, sean estos soles o dólares. Cuanto más dinero mantengan las familias el costo de transacción asociado al consumo será menor. Si las tasas de interés nominales se reducen, es más barato mantener efectivo, y por tanto el nivel de consumo de las familias aumenta porque las transacciones se hacen menos costosas¹². Si las familias mantienen dólares, entonces movimientos en la tasa de interés externa afectan negativamente el consumo de las familias.

De otro lado, el consumo de los empresarios tiene una dinámica distinta. Los empresarios simplemente consumen una fracción de su riqueza, que se determina por el valor del patrimonio neto de las empresas de las que son propietarios. Por esa razón, el consumo de los empresarios es proporcional a la evolución de su patrimonio neto, n_t .

$$C_t^{emp} = n_t. \quad (3.9)$$

El patrimonio neto de los empresarios es una variable clave del modelo porque además de afectar el consumo de los empresarios, condiciona la dinámica de la inversión en capital.

3.1.2 Inversión

El otro componente de la absorción interna es la inversión en capital físico. La inversión se determina a partir de la condición de primer orden de las firmas productoras de capital, la cual es conocida como la "Q de Tobin", que en su versión log-lineal viene dada por la siguiente ecuación:

$$q_t = \psi_I [(inv_t - inv_{t-1}) - \beta (E_t inv_{t+1} - inv_t)], \quad (3.10)$$

donde $\psi_I = \Psi_I''(1) / \Psi_I'(1)$ es la elasticidad de los costos de ajuste en estado estacionario. De acuerdo con la ecuación anterior, la inversión depende positivamente del precio del capital, q_t , del nivel esperado de inversión, $E_t inv_{t+1}$, y del nivel de inversión del periodo pasado, inv_{t-1} . Esta dinámica de la inversión refleja la existencia de costos de ajuste, factor que induce a las

¹² Esto se cumple bajo el supuesto de que el dinero y el consumo son bienes complementarios, lo cual implica que la

firmas a cambios más graduales en la inversión. Además, mientras más elásticos sean los costos de ajuste, la inversión se ajusta más lentamente ante cambios en el precio del capital.

3.1.3 Exportaciones, Importaciones y la Demanda por Producción Nacional

Los productores de bienes intermedios domésticos exportan parte de su producción al mercado internacional. Tal como se muestra en la siguiente ecuación, dos variables determinan el nivel de exportaciones: la demanda mundial (y_t^*) y el precio relativo de las exportaciones respecto al IPC externo (t_t^X)

$$y_t^X = -\varepsilon_F t_t^X + y_t^*, \quad (3.11)$$

donde ε_F representa la elasticidad sustitución entre bienes domésticos y bienes extranjeros. Así, las exportaciones aumentarán cuando la actividad económica mundial mejore, o cuando éstas se vuelvan relativamente más baratas. A su vez, el precio relativo de las exportaciones depende de la inflación de los precios de exportación y de la inflación de precios externos, tal como se detalla en la siguiente ecuación:

$$t_t^X = t_{t-1}^X + \pi_t^X - \pi_t^*, \quad (3.12)$$

donde π_t^X es la inflación de los precios de exportación, la cual tiene la siguiente dinámica:

$$\pi_t^X - \lambda_X \pi_{t-1}^X = \kappa_X mc_t^X + \beta (E_t \pi_{t+1}^X - \lambda_X \pi_t^X) + mup_t^X, \quad (3.13)$$

donde $0 \leq \lambda_X < 1$ es el grado de indexación de los precios de exportación, $\kappa_X \equiv \frac{(1-\theta_X)}{\theta_X} (1 - \theta_X \beta)$ mide la sensibilidad de la inflación de las exportaciones respecto a los costos marginales, la cual depende de la probabilidad de una firma exportadora de no cambiar su precio cada periodo, θ_X . mup_t^X corresponde a choques de costos del sector exportador. Los costos marginales del sector exportador están dados por:

$$mc_t^X = mc_t - rer_t - t_t^X, \quad (3.14)$$

donde mc_t son los costos marginales en términos de unidades de consumo. Es importante destacar que en este modelo la inflación de las exportaciones no es equivalente a la suma de la inflación de precios externos y variaciones en el tipo de cambio. Por el contrario, se asume que variaciones en las variables antes mencionadas se transmiten gradualmente al precio de las exportaciones. Este supuesto, conocido en la literatura como *LCP* (*Local Currency Pricing*) por sus siglas en inglés, permite explicar mejor la dinámica de las exportaciones ante variaciones en el tipo de cambio. En particular, permite un ajuste más gradual y persistente de estas variables ante choques en la economía. Asimismo, el modelo asume que existe cierto grado de indexación en la fijación de precios de exportación, factor adicional que contribuye a generar mayor persistencia en el ajuste de los precios de exportación.

tasa de sustitución intertemporal entre estos bienes es menor a uno ($\omega < 1$).



En el caso de las importaciones, tal como muestra la ecuación siguiente, su comportamiento depende del nivel de absorción interna y de su precio relativo:

$$y_t^M = -\varepsilon_H t_t^M + abs_t, \quad (3.15)$$

donde ε_H es la elasticidad de sustitución entre bienes importados y aquellos producidos domésticamente. Así, las importaciones crecerán cuando el nivel de absorción interna sea mayor o cuando su precio relativo se reduzca. Al igual que en el caso de las exportaciones, para el caso de las importaciones también se considera que el precio de importación se ajusta de manera gradual a cambios en sus determinantes. En particular, se cumple la siguiente ley de movimiento para los precios de importación,

$$t_t^M = t_{t-1}^M + \pi_t^M - \pi_t, \quad (3.16)$$

donde π_t^M es la inflación de los bienes importados, la cual depende de sus niveles pasados y esperados a futuro, así como también de variaciones de los costos marginales de este sector, mc_t^M :

$$\pi_t^M - \lambda_M \pi_{t-1}^M = \kappa_M mc_t^M + \beta (E_t \pi_{t+1}^M - \lambda_M \pi_t^M) + mup_t^M, \quad (3.17)$$

donde $0 \leq \lambda_M < 1$ es el grado de indexación de los precios de importación y $\kappa_K \equiv \frac{(1-\theta_M)}{\theta_M} (1 - \theta_M \beta)$ mide la sensibilidad de la inflación importada respecto a los costos marginales, la cual depende de la probabilidad de una firma importadora de no cambiar su precio cada periodo, θ_M . mup_t^M corresponde a choques de costos del sector importador. En este sector los costos marginales reales están dados por el costo de comprar los bienes en el exterior sobre el precio de las importaciones, el que es igual al índice de desviaciones en la ley de un solo precio, lop_t :

$$mc_t^M = lop_t, \quad (3.18)$$

la misma que sigue la siguiente ley de movimiento:

$$lop_t = lop_{t-1} + \Delta s_t + \pi_t^* - \pi_t^M. \quad (3.19)$$

Es importante precisar que el esquema de *LCP* es bastante flexible, en el sentido de que permite, calibrando apropiadamente los parámetros que determinan κ_X y κ_M , generar respuestas más o menos persistentes para estos precios. Así, si se calibra un valor bajo (alto) de rigidez de precios, la inflación de exportaciones e importaciones mostrará también un bajo (alto) grado de persistencia.

Similar a la demanda por importaciones, la demanda por bienes producidos domésticamente, y_t^H , depende de la absorción interna y de su precio relativo:

$$y_t^H = -\varepsilon_H t_t^H + abs_t, \quad (3.20)$$

donde el precio relativo de los precios domésticos sobre el IPC, t_t^H , es inversamente proporcional al precio relativo de las importaciones sobre el IPC:

$$t_t^H = -\left(\frac{1-\gamma}{\gamma}\right)t_t^M. \quad (3.21)$$

Otro aspecto que es importante resaltar del bloque de demanda agregada es el rol que cumplen las expectativas sobre el estado futuro de la economía. En el modelo, el equilibrio depende de la formación de expectativas, y consecuentemente, la forma cómo se implemente la política monetaria tiene un efecto muy importante en la determinación del equilibrio.

3.1.4 Gasto Público

Por simplicidad se asume que el gasto público sigue un proceso autoregresivo exógeno de primer orden:

$$g_t = \rho_G g_{t-1} + \varepsilon_t^G. \quad (3.22)$$

3.2 Oferta Agregada

El segundo bloque del modelo es el de la oferta agregada, en donde se determina la evolución de la inflación y de los costos marginales de las firmas. En una economía abierta las familias consumen bienes producidos localmente y bienes importados. Consecuentemente, la inflación es un promedio ponderado de la inflación doméstica, asociada a los precios de los productos locales, y la inflación importada. Tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\pi_t = \gamma \pi_t^H + (1-\gamma) \pi_t^M. \quad (3.23)$$

En el modelo, el peso de la inflación importada en la inflación total coincide con el grado de apertura a la economía, $(1-\gamma)$. Tal como se mencionó anteriormente, la dinámica de la inflación importada está determinada, entre otros factores, por la variación del tipo de cambio y de los niveles pasados y futuros de la misma. Por lo tanto, el modelo implica que cuanto más abierta sea la economía, mayor será el efecto directo de las variaciones en el tipo de cambio a través de la inflación importada en la inflación total, es decir, mayor será el *efecto traspaso* del tipo de cambio.

A su vez, la inflación doméstica se obtiene de la agregación de los precios de las firmas



productoras de bienes finales. Cada una de estas firmas tienen el poder de fijar precios de acuerdo con las condiciones de la demanda. Sin embargo, no todas las firmas pueden hacerlo debido a la existencia de rigideces de precios. Adicionalmente, se considera que en el modelo existe dolarización de precios (DP). La DP implica que una fracción δ^{DP} de las firmas productoras de bienes finales fija sus precios en dólares. De esta manera, la inflación doméstica resulta ser un promedio ponderado de la inflación en soles y de la inflación en dólares más la variación en el tipo de cambio, tal como muestra la siguiente ecuación:

$$\pi_t^H = (1 - \delta_{DP})\pi_t^S + \delta_{DP}(\pi_t^D + \Delta s_t). \quad (3.24)$$

La existencia de dolarización de precios implica que una fracción de los precios de los bienes finales tiene rigideces en dólares, y por lo tanto, fluctuaciones en el tipo de cambio se traspasan inmediatamente a la inflación doméstica¹³. A diferencia de los precios de productos importados, cuyos precios son independientes de las condiciones de demanda interna, los precios domésticos en dólares dependen de las condiciones de demanda doméstica.

La dinámica de la inflación doméstica en soles y dólares está determinada por las siguientes dos curvas de Phillips:

$$\pi_t^S - \lambda_S \pi_{t-1}^S = \kappa_S mc_t^S + \beta (E_t \pi_{t+1}^S - \lambda_S \pi_t^S) + mup_t, \quad (3.25)$$

$$\pi_t^D - \lambda_D \pi_{t-1}^D = \kappa_D mc_t^D + \beta (E_t \pi_{t+1}^D - \lambda_D \pi_t^D) + mup_t, \quad (3.26)$$

donde $0 \leq \lambda_i < 1$ es el grado de indexación y $\kappa_i \equiv \frac{(1-\theta^i)}{\theta^i} (1 - \theta^i \beta)$ mide la sensibilidad de la inflación del bien tipo i respecto a los costos marginales, la cual depende de la probabilidad de no cambiar precios, θ_i , para $i = \{S, D\}$. mc_t^S y mc_t^D representan los costos marginales de las firmas domésticas con precios en soles y dólares, respectivamente y mup_t corresponde a choques de costos.

En este contexto, tres variables determinan la inflación doméstica: los costos marginales reales de las firmas, las expectativas de inflación futuras y la inercia en la inflación. En el modelo la inflación será mayor cuando los costos marginales de las firmas aumentan, cuando esperan mayor inflación futura o cuando la inflación pasada es alta. La mayor inflación futura refleja costos marginales futuros más altos, y por lo tanto implica la necesidad de incrementos futuros de precios. Dado que con cierta probabilidad las firmas no podrán ajustar precios, si las firmas esperan mayor inflación en el futuro resulta óptimo adelantar estos incrementos esperados en los costos marginales al precio actual.

¹³ Ver Montoro (2006) para evidencia del grado de dolarización de precios en Perú.

Los costos marginales en términos de unidades de consumo, mc_t , están definidos por:

$$mc_t = \alpha r_t^H + (1 - \alpha) wp_t - a_t, \quad (3.27)$$

donde $0 < \alpha < 1$ mide la participación del capital en la función de producción. Los costos marginales dependen del precio de los dos factores de producción: el salario real (wp_t) y el costo de alquilar capital (r_t^H), los cuales se determinan en el mercado de trabajo y de capital, respectivamente. Asimismo, el costo marginal depende de la productividad total de factores, a_t . Así, los costos marginales serán mayores cuando la productividad total de factores se reduzca. Esto es debido a que ante una caída de la productividad, los factores de producción se tienen que utilizar más extensivamente para alcanzar el mismo nivel de producción.

Los costos marginales de las firmas que ponen sus precios en soles y dólares son respectivamente:

$$mc_t^S = mc_t - t_t^S, \quad (3.28)$$

$$mc_t^D = mc_t - t_t^S - rpd_t. \quad (3.29)$$

Como se observa, la única diferencia entre el costo marginal en unidades de consumo, mc_t y los costos marginales mc_t^S y mc_t^D son el precio relativo de los bienes con precios en soles sobre el IPC, t_t^S , y el precio relativo de los bienes con precios en dólares respecto al de los bienes con precios en soles, rpd_t . Estos precios relativos siguen la siguiente dinámica:

$$t_t^S = t_{t-1}^S + \pi_t^S - \pi_t, \quad (3.30)$$

$$rpd_t = rpd_{t-1} + \Delta s_t + \pi_t^D - \pi_t^S. \quad (3.31)$$

Los precios relativos afectan los costos marginales reales de las firmas debido a que están deflactados por el índice de precios de cada sector. Así por ejemplo, si el precio que fijan las firmas en dólares se incrementa, su costo marginal mc_t^D se reduce respecto a mc_t^S . Esta diferencia se refleja en el precio relativo, rpd_t .

3.2.1 Mercado de Trabajo

En este mercado se reúnen las familias quienes ofertan trabajo y las firmas que demandan este factor. Para medir la existencia de desempleo se asume como en Blanchard y Galí (2007) que existe una discrepancia entre la tasa marginal de sustitución entre consumo y ocio, que determina la oferta de trabajo y el salario real. Esta discrepancia impide que las familias trabajen el número de horas que desean y por lo tanto puede existir desempleo o sobre empleo en la economía dependiendo de las condiciones macroeconómicas. La siguiente ecuación muestra la



evolución del salario real. Como se observa en la ecuación (3.32), el salario real se ajusta gradualmente a cambios en la tasa marginal de sustitución entre consumo y ocio.

$$wp_t = \lambda_{wp} wp_{t-1} + (1 - \lambda_{wp}) mrs_t, \quad (3.32)$$

donde $0 < \lambda_{wp} \leq 1$ mide el grado de rigidez real en el mercado de trabajo y wp_t son los salarios reales. mrs_t es la tasa marginal de sustitución entre trabajo y consumo y u_t es la desutilidad marginal del trabajo, los cuales están definidos por:

$$mrs_t = u_t - u_{ct}, \quad (3.33)$$

$$u_t = \eta l_t, \quad (3.34)$$

donde η mide la elasticidad de sustitución intratemporal entre consumo y trabajo. El ajuste será más persistente cuando mayor sea λ_{wp} . De otra parte, la tasa marginal de sustitución entre consumo y ocio es a su vez creciente en el nivel de consumo. De esta manera, cuando la economía se encuentran en expansión y el consumo se incrementa, los trabajadores valoran más el ocio y consecuentemente, para el mismo nivel de salario real, reducen su oferta de trabajo. A su vez, esta menor oferta de trabajo presiona los salarios hacia el alza, lo que genera un incremento en los costos marginales de las firmas. Esta relación entre la utilidad marginal del consumo y la oferta de trabajo es el canal a través del cual el modelo genera una relación positiva entre costos marginales y actividad económica. Asimismo, la demanda de trabajo iguala los salarios reales con la suma de la productividad marginal del trabajo con los costos marginales reales:

$$wp_t = y_t - l_t + mc_t. \quad (3.35)$$

Esta última ecuación implica que las firmas demandarán más trabajo cuando menores sean los salarios reales y mayores los niveles de demanda agregada.

3.2.2 Mercado de Capital

La condición de la demanda de capital determina que la tasa de alquiler de servicios de capital, r_t^H , es igual a la suma de la productividad marginal del capital con los costos marginales reales:

$$r_t^H = y_t - u_t - k_{t-1} + mc_t, \quad (3.36)$$

donde u_t representa el grado de utilización del capital. Asimismo, la oferta de capital esta determinada por inversión de cada periodo, inv_t , más la acumulación proveniente de periodos anteriores neta de depreciación:

$$k_t = \delta inv_t + (1 - \delta) k_{t-1}, \quad (3.37)$$

donde δ es la tasa de depreciación. En este mercado se determina el precio del capital y el costo de rentar capital, que es parte de los costos marginales de las firmas y que por lo tanto afecta la dinámica de la inflación. Los empresarios, que son los dueños del capital, arriendan una fracción de este factor de producción de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$u_t = \psi_U r_t^H, \quad (3.38)$$

donde $\psi_U = \Psi_U'(\bar{u}) / \Psi_U''(\bar{u})$ es la inversa de la elasticidad del costo marginal de usar capital. Así, las empresas utilizan más intensivamente el capital cuando la tasa de alquiler es más alta. Como muestra la ecuación (3.38), el grado de utilización se determina óptimamente de tal forma que se minimicen los costos de depreciación que la mayor utilización del capital genera.

Los empresarios a su vez invierten en capital hasta el punto en el que el retorno esperado del capital iguale su costo, tal como muestra la siguiente ecuación:

$$E_t r_{t+1}^K = r p_t + (1 - \delta_{DF})(i_t - E_t \pi_{t+1}) + \delta_{DF}(i_t^* + E_t \Delta s_{t+1} - E_t \pi_{t+1}), \quad (3.39)$$

donde $E_t r_{t+1}^K$ es el retorno esperado del capital, $r p_t$ es la prima por riesgo que pagan los empresarios y δ_{DF} es el grado de dolarización financiera. El retorno del capital, r_t^K , está determinado por los ingresos generados por la renta del capital, r_t^H , más las ganancias de capital netas de depreciación, $\beta(1 - \delta)q_t - q_{t-1}$:

$$r_t^K = \beta [\bar{R}^H r_t^H + (1 - \delta)q_t] - q_{t-1}. \quad (3.40)$$

El costo de financiar capital, sin embargo, depende de las condiciones financieras de las empresas a través de la prima por riesgo, $r p_t$, que pagan las empresas al tomar préstamos. Esta prima por riesgo es mayor cuando aumenta su nivel de apalancamiento, el cual se incrementa a mayor nivel de deuda o a menor nivel de patrimonio neto de los empresarios, tal como muestra la siguiente ecuación:

$$r p_t = -\psi_\chi [n_t - d_t], \quad (3.41)$$

donde $\psi_\chi = \frac{D/P}{N} \chi' \left(\frac{D/P}{N} \right) / \chi \left(\frac{D/P}{N} \right)$ es la elasticidad de la prima por riesgo y d_t es la deuda de las empresas. El balance de las empresas relaciona el patrimonio neto y la deuda con el valor del capital de las empresas:

$$n_t + (\phi_{KN} - 1)d_t = \phi_{KN}(q_t + k_t), \quad (3.42)$$

donde ϕ_{KN} es el ratio de capital sobre patrimonio neto en estado estacionario.

La relación entre la prima por riesgo y el grado de apalancamiento de las empresas genera un canal adicional de transmisión para los choques de política monetaria, conocido como el acelerador financiero. Este canal amplifica y hace más persistente los choques de política



monetaria debido a que genera una correlación positiva entre la prima por riesgo y la tasa de interés que fija el banco central. Esta relación existe porque el valor del capital, que representa el activo de los empresarios, depende negativamente de la tasa de interés. Así, cuando la tasa de interés aumenta, el precio del capital disminuye, y con ello, el valor del activo de los empresarios. Este menor nivel de activos eleva el apalancamiento de las empresas generando una mayor prima por riesgo, el mismo que incrementa el impacto del choque de política monetaria.

En el modelo el canal del acelerador financiero tiene un ingrediente adicional generado por la dolarización financiera. La existencia de una fracción de la deuda de las empresas en dólares hace que el tipo de cambio afecte también el grado de apalancamiento de las empresas y la prima por riesgo, induciendo un mayor costo de financiamiento para la acumulación del capital.

El impacto negativo de la depreciación real sobre el patrimonio de los empresarios será mayor cuando mayor sea el grado de dolarización de la deuda de los empresarios. La siguiente ecuación ilustra el efecto combinado de los dos factores mencionados anteriormente

$$n_t = \frac{(1-v)}{\beta} \left(\begin{aligned} &\phi_{KN} (r_t^K + q_{t-1} + k_{t-1}) - (\phi_{KN} - 1)(rp_{t-1} + d_{t-1}) \\ &-(1 - \delta_{DF})(i_{t-1} - \pi_t) - \delta_{DF}(i_{t-1}^* + \Delta s_t - \pi_t) \end{aligned} \right). \quad (3.43)$$

El patrimonio de los empresarios evoluciona de acuerdo con la rentabilidad de sus activos, medida por los ingresos generados por la renta del capital más las ganancias por valuación, y por el costo que generan sus pasivos. Estos últimos están determinados por las tasas de interés reales en soles y dólares, por variaciones en el tipo de cambio y la tasa de inflación.

3.3 Sector Externo

Dos ecuaciones resumen la interacción de la economía con el sector externo, la ecuación de la balanza de pagos y la condición de paridad descubierta de las tasas de interés. La ecuación de la balanza de pagos resume el intercambio de bienes, servicios y capital entre los agentes residentes y no residentes. En el modelo, esta ecuación se obtiene agregando las restricciones presupuestarias de las familias, los empresarios y el gobierno con los beneficios de las firmas. La representación log-lineal de la balanza de pagos se presenta en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \phi_b (b_t^* - \beta^{-1}b_{t-1}^*) &= t_t^{def} + y_t - \phi_{abs} abs_t \\ &+ \phi_b / \beta \{i_{t-1}^* + \Delta s_t - \pi_t + \psi_b b_t^*\} + \phi_{rest} rest_t, \end{aligned} \quad (3.44)$$

donde ϕ_b y ϕ_{rest} son el valor en estado estacionario del ratio de la posición neta de activos y el resto de la cuenta corriente sobre el PBI, respectivamente, b_t^* es la posición neta de activos en términos de unidades de consumo y, $\psi_b \equiv \phi_b \Psi'_B(\bar{b})$ es la elasticidad de la prima por riesgo

externa.

Tres flujos son los más importantes en esta ecuación. Primero, los flujos de bienes producidos por el comercio exterior, que básicamente reflejan la diferencia entre el PBI y el nivel de absorción interna. El segundo flujo importante es el de capitales, que en el modelo está determinado por el cambio en el nivel de pasivos externos netos. Finalmente, se tiene el flujo por el pago neto de factores, que comprenden pago de intereses y efectos valuación.

Adicionalmente, la variable $rest_t$ considera los costos de monitoreo de las empresas, el gasto por utilización del capital, los beneficios de las firmas importadoras, el cambio en la demanda de dinero externo de las familias y el efecto de distinta denominación de la deuda por la dolarización financiera, en ese orden:

$$\begin{aligned} \phi_{rest} rest_t = & -\frac{\overline{RP}}{\beta} \frac{(\phi_{KN} - 1)}{Y} (rp_{t-1} + i_{t-1} - \pi_t + d_{t-1}) \\ & + \frac{\overline{K}}{Y} (k_{t-1} + \Psi_U'(\bar{u}) u_t) - \phi_M lop_t + \frac{\overline{SM^D/P}}{Y} \phi_{M^*} (\Delta m_t^* - \Delta s_t + \pi_t) \\ & - \frac{1 + \overline{RP}}{\beta} \frac{(\phi_{KN} - 1)}{\phi_{KN}} \frac{\overline{K}}{Y} \delta_{DF} (i_{t-1}^* + \Delta s_t - i_t). \end{aligned} \quad (3.45)$$

Las variables con “barra”, por ejemplo \overline{X} , corresponden a valores de sus respectivas variables en estado estacionario.

La otra ecuación que refleja el comportamiento del sector externo es la condición de paridad descubierta de las tasas de interés y determina el tipo de cambio nominal:

$$i_t - i_t^* = (1 - \lambda_{pdi}) E_t \Delta s_{t+1} - \lambda_{pdi} \Delta s_t + prem_t, \quad (3.46)$$

donde $premi_t = \psi_b b_t^* + pdi_t$ es la prima de riesgo país depende del nivel real de la posición de activos netos y de un choque exógeno. De acuerdo con esta ecuación, el tipo de cambio se aprecia ya sea cuando la tasa de interés doméstica, i_t , aumenta, la tasa de interés en moneda extranjera se reduce, i_t^* , o cuando la prima por riesgo país disminuye. El parámetro λ_{pdi} mide el grado de suavizamiento del tipo de cambio, el cual esta asociado al grado de intervención en el mercado cambiario.

Si resolvemos para s_t en la ecuación (3.46) e iteramos hacia adelante, obtenemos:

$$s_t = s_{t-1} - \frac{1}{\lambda_{pdi}} \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{1 - \lambda_{pdi}}{\lambda_{pdi}} \right)^j [i_{t+j} - i_{t+j}^* - prem_{t+j}],$$



donde se puede observar que si el parámetro λ_{pdi} tiende a 1, el régimen cambiario del modelo se acerca a uno de tipo de cambio fijo. Por otro lado, cuando λ_{pdi} tiende a 0, corresponde a un régimen de tipo de cambio completamente flexible. En este caso el tipo de cambio esta definido por:

$$s_t = -\sum_{j=0}^{\infty} [\dot{i}_{t+j} - i_{t+j}^* - prem_{t+j}],$$

que equivale a la suma de los diferenciales de tasas de interés presente y futuros. En este último caso, el tipo de cambio responde bastante a las expectativas sobre lo que vaya a pasar en el futuro. La calibración de un parámetro λ_{pdi} entre 0 y 1 suaviza las fluctuaciones del tipo de cambio y corresponde a un régimen de flotación cambiaria administrada.

Además, se asume que las variables externas, como el producto, la tasa de interés nominal y la inflación (y_t^* , i_t^* y π_t^* , respectivamente) siguen los siguientes procesos autoregresivos consistentes con las estimaciones de la sección 4 (cuadro 1)

$$y_t^* = \rho_y^1 y_{t-1}^* + \rho_y^2 y_{t-2}^* + \varepsilon_t^{y^*}, \quad (3.47)$$

$$i_t^* = \rho_i^1 i_{t-1}^* + \rho_i^2 i_{t-2}^* + \varepsilon_t^{i^*}, \quad (3.48)$$

$$\pi_t^* = \rho_\pi \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi^*}. \quad (3.49)$$

3.4 La Regla de Política Monetaria

El banco central implementa su política monetaria mediante el control de la tasa de interés de corto plazo. Para fijar esta tasa se asume que el banco central inyecta la cantidad de dinero suficiente en la economía de tal forma que la tasa de interés de equilibrio sea la tasa establecida por el banco central. La regla de política monetaria toma la siguiente forma:

$$\dot{i}_t = \varphi_i \dot{i}_{t-1} + (1 - \varphi_i) [\varphi_\pi \pi_t + \varphi_s \Delta s_t + \varphi_y (y_t - y_{t-1})] + mon_t, \quad (3.50)$$

donde, $\varphi_i > 0$, $\varphi_\pi > 1$, $\varphi_y > 0$ y $\varphi_s \geq 0$. La regla contiene varios elementos que son importantes de destacar. Primero, el banco central reacciona aumentando su tasa de interés cuando la tasa de inflación es superior a la meta del banco central o se desacelera el crecimiento económico. Segundo, se asume que se cumple el principio de Taylor, es decir el incremento de la tasa de interés frente a los desvíos en la inflación es más que proporcional al aumento de la inflación, medido por el parámetro $\varphi_\pi > 1$. De esta manera se asegura que el banco central genere incrementos en la tasa de interés real, y por lo tanto induzca a un menor nivel de actividad económica y menores presiones inflacionarias. Tercero, los movimientos de la tasa de interés son persistentes tal como muestra la evidencia empírica para varios países, lo cual se

mide por el parámetro $\varphi_i > 0$. Finalmente, se contempla la posibilidad de que el banco central reaccione sistemáticamente a variaciones en el tipo de cambio.

4. Resultados y Experimentos

En esta sección se presenta la calibración del modelo. Dicha calibración se valida mediante la comparación de los momentos no condicionados, en particular las varianzas, correlaciones y autocorrelaciones, de un conjunto de variables que caracterizan la economía peruana con aquellas que predice el modelo.

Asimismo, se evalúa también la dinámica condicionada del producto y la inflación ante un choque no anticipado de política monetaria. Para este ejercicio, se compara la respuesta dinámica del modelo con aquella que reportan los estudios empíricos de mecanismos de transmisión de la política monetaria en el Perú. También se analizan las respuestas de las principales variables macroeconómicas ante choques de tasas de interés externas. Luego, al final de esta sección se muestran diversos experimentos de política. Por un lado, se realiza un ejercicio contrafactual que muestra cómo cambiaría la dinámica de la economía si se eliminan los tres tipos de dolarización. Por otro lado, se estudia el rol de las rigideces nominales del modelo y la importancia de la credibilidad del banco central para controlar la inflación.

4.1 Calibración

El factor de descuento se calibra en $\beta = 0.9975$, el cual implica una tasa de interés real anual de 1 por ciento en estado estacionario. Siguiendo estudios previos para economías cerradas y abiertas y los resultados en Castillo y otros (2006a) se asume un coeficiente para la formación de hábitos, $h = 0.75$. Los parámetros b y ω se obtienen al estimar una ecuación de demanda por dinero, los valores estimados implican un valor de $\Omega = 0.8$, el cual es la forma reducida del impacto del costo de transacción en la función de utilidad. Se fija la inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo, $\eta = 2$, valor que está dentro del rango de parámetros utilizados en la literatura¹⁴. El parámetro $\gamma = 0.6$ implica una participación de bienes importados en el índice de precios al consumidor, $1 - \gamma$, de 40 por ciento¹⁵. Para la elasticidad de sustitución entre bienes transables se asume un valor relativamente bajo, $\varepsilon_H = 0.75$ ¹⁶.

¹⁴ Estudios macro consideran valores bien bajos para este parámetro, lo que implicaría una oferta de trabajo bastante elástica. No obstante, los estudios con datos micro, no avalan estos valores. Por lo contrario, los valores micro para este parámetro implican curvas de oferta agregada bastante inelásticas.

¹⁵ El valor es una forma reducida del componente importado en el índice de precios al consumidor, asumiendo que algunos bienes importados entran en los bienes no transables y estos a su vez afectan el IPC.

¹⁶ El valor de la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos y externos es bastante controversial. Estudios de comercio encuentra valores para esta elasticidad entre 5 y 6 ver Lai y Trefler (2002). No obstante la mayoría de los MEDGE consideran valores entre 0.8 y 1.5. Por ejemplo, Rabanal y Tuesta (2006) en un modelo estimado para dos



La participación del factor capital en el total de la producción, $\alpha = 0.26$, iguala el ratio de inversión sobre PBI en estado estacionario con el promedio del periodo 1994-2007 (20 por ciento). A su vez, se fija la tasa de depreciación $\delta = 0.025$, lo cual implica una depreciación anual de 10 por ciento. El costo de ajuste de la inversión, $\psi_K = 3.3$, se calibró para replicar la volatilidad relativa de la inversión respecto al producto observado en el 1994-2007 (3.5). La elasticidad de sustitución entre bienes diferenciados, $\varepsilon = 6$, es consistente con un margen de 15 por ciento sobre los costos marginales en todos los sectores. Los ratios de posición de activos netos sobre PBI, $\phi_B = -0.4x4$, y consumo sobre PBI, $\phi_C = 0.68$, se fijan según los ratios promedios para el período 1994-2007¹⁷.

La elasticidad de la prima por riesgo por concepto de deuda, $\psi_b = 0.001$, se fija en un valor pequeño para no distorsionar las propiedades de los ciclos que genera el modelo. Para la elasticidad de la prima por riesgo de las firmas se asume $\psi_x = 0.1$, valor consistente con los reportados en estudios previos para economías desarrolladas y en vías de desarrollo¹⁸. Para el grado de rigidez real en el mercado de trabajo, se considera $\lambda_{wp} = 0.99$, el cual implica fricciones importantes en el mercado laboral tales que los salarios reales varían poco. El parámetro de suavizamiento de la paridad descubierta de tasas de interés, $\lambda_{pdi} = 0.8$ es consistente con la limitada volatilidad del tipo de cambio nominal que se observa en los datos peruanos.

Para los bienes producidos domésticamente se asume un grado de rigidez $\theta_s = 0.75$ y de indexación $\lambda_s = 0.85$ y. Estos coeficientes de rigidez nominal e indexación implican que las firmas mantienen sus precios fijos en promedio 4 trimestres y que el grado de indexación es de 85 por ciento. Se asume que los bienes importados son mucho más rígidos, $\theta_M = 0.95$ con un grado de indexación, $\lambda_M = 0.75$. Lo anterior es consistente con el pequeño grado de traspaso que se observa en los bienes importados en la economía peruana (20%). Por el lado de los exportadores, se asume bastante flexibilidad en los precios, es decir, no pueden discriminar en gran medida en los mercados externos. Los valores calibrados son $\theta_x = 0.1$ y $\lambda_x = 0.5$ para la rigidez nominal e indexación, respectivamente. Los parámetros asociados a la dolarización son tomados de estudios previos, ver por ejemplo Armas y otros 2007. Se asume valores de

países encuentran valores para esta elasticidad, condicionado a la estructura de activos, en el rango de 0 y 1.

¹⁷ El ratio de deuda sobre PBI es 0.4, sin embargo, como en el modelo el PBI es trimestral, el ratio se calibra en 0.4 por 4.

¹⁸ El valor de esta elasticidad se sitúa dentro de las estimaciones realizadas para otros países. Por ejemplo, Elekdag, Justiniano y Tchakarov (2006), utilizando data para Korea, estiman un valor para ψ_x de 0.048. Similarmente, Christensen y Dib (2008) estiman valores de ψ_x alrededor de 0.09 utilizando data de USA.



$\delta_{DT} = 0.4$, $\delta_{DP} = 0.05$ y $\delta_{DF} = 0.6$ para los parámetros asociados a la dolarización. Bajo dolarización de precios se asume el mismo nivel de rigidez nominal e indexación de las firmas que fijan precios en soles (esto es $\lambda_D = \lambda_S$ y $\theta_D = \theta_S$).

Para los coeficientes de la regla de tasa de interés se toman como base los siguientes valores: $\varphi_\pi = 1.5$, $\varphi_y = 0.1$ y $\varphi_i = 0.7$. El parámetro asociado al tipo de cambio nominal φ_s varía dependiendo de los ejercicios que se deseen mostrar, asumiendo un valor de cero en el modelo base.

Para calibrar los choques del modelo se han estimado procesos autoregresivos de orden “p” ($AR(p)$) con información de variables observadas asociadas a los choques. Así, para el caso de la productividad doméstica se ha utilizado una serie estimada para la productividad total de factores obtenida mediante el método del residuo de Solow, para la tasa de interés internacional se ha utilizado la tasa de los Fondos Federales de los EUA, para la inflación importada la serie publicada por el BCRP, para el producto internacional el índice de actividad económica de los principales socios comerciales, para el choque monetario el residuo de la estimación de la regla de Taylor, para el gasto público se consideró la suma del consumo e inversión pública del gobierno general. Para cada caso se eligió el mejor el mejor proceso $AR(p)$ bajo el criterio de Akaike. Los resultados de este ejercicio se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Calibración del Modelo

Choque	Desviación Estándar	Persistencia	
		AR(1)	AR(2)
Productividad	0.0100	0.869	-0.190
Tasa de Interés Internacional	0.0028	1.563	-0.689
Inflación Importada	0.0129	0.013	--
Producto Internacional	0.0043	1.047	-0.236
Política Monetaria	0.0331	0.486	--
Política Fiscal	0.0415	0.488	--

Nota: Para la estimación se ha utilizado información trimestral para el periodo 1995.T1-2007.T4 para todas las variables, excepto para la tasa de interés, en cuyo caso se ha utilizado información para el periodo 2002.T1 2007.T4

Por ejemplo, el recuadro anterior indica que los choques fiscales siguen un proceso autoregresivo de primer orden con un nivel de persistencia de 0.48. A su vez estos choques son los más volátiles. Finalmente, se han calibrado choques $AR(1)$ de preferencias y de inversión para poder replicar la volatilidad relativa del consumo respecto al producto y la volatilidad absoluta del producto que se observa en los datos. Los parámetros asociados a estos choques son los siguientes: $\rho_{pref} = 0.95$ con desviación estándar de 0.018 y $\rho_{inv} = 0.90$ con desviación estándar de 0.01.



4.2 Momentos No Condicionados

En esta sección se reportan estadísticos calculados utilizando series económicas de la economía peruana con aquellos que predice el modelo. Estos resultados se reportan en el cuadro 2. Los estadísticos de los datos son calculados utilizando información del período 1994-2007, con excepción a los que corresponden a la inflación y la tasa de interés nominal, los mismos que son calculados para el período 2002-2007. Para eliminar la tendencias de la series no estacionarios se utiliza el filtro de Hodrick y Prescott.

Cuadro 2. Análisis de Momentos		
	Datos Perú (1994-2007)	Modelo
Desviación Estándar		
PBI	1.81	2.02
Relativa al PBI		
Consumo Privado	0.84	0.85
Inversión	3.35	3.49
Empleo	1.03	1.08
Exportaciones	2.06	1.93
Importaciones	2.90	0.91
Tipo de Cambio Real	1.73	2.50
Inflación*	0.44	0.58
Tasa de Interés Nominal*	0.60	0.99
Correlación con PBI		
Consumo Privado	0.57	0.13
Inversión	0.69	0.64
Empleo	0.56	0.81
Exportaciones	0.18	0.82
Importaciones	0.51	0.51
Tipo de Cambio Real	-0.07	0.79
Inflación*	0.22	0.43
Tasa de Interés Nominal*	0.54	0.01
Autocorrelación		
PBI	0.42	0.88
Consumo Privado	0.37	0.93
Inversión	0.34	0.91
Empleo	0.23	0.83
Exportaciones	0.55	0.89
Importaciones	0.37	0.86
Tipo de Cambio Real	0.30	0.90
Inflación*	0.65	0.87
Tasa de Interés Nominal*	0.31	0.69

* Datos correspondientes al período 2002-2007.

En general se encuentra que el modelo base reproduce momentos no condicionados cercanos a lo que se observa en los datos, tanto para las variables reales como para las nominales. La volatilidad absoluta del PBI en el modelo es alrededor de 2 por ciento, en tanto que en la data es de 1.81. El modelo hace un buen trabajo en acercarse a las volatilidades relativas respecto al producto para el caso de variables reales. Así se obtienen volatilidades relativas respecto al producto para el consumo, la inversión y el empleo de 0.85, 3.49 y 1.08, en tanto que en la data se registran valores de 0.84, 3.35 y 1.03.

Por el lado de las variables externas el modelo presenta algunas debilidades. Por ejemplo, el modelo produce importaciones bastante menos volátiles que los valores reportados en los datos (0.91 en el modelo versus 2.90 en los datos). Este resultado podría estar explicado por el alto grado de fricción nominal en el sector importador, el mismo que es necesario para inducir un bajo grado de traspaso del tipo de cambio a los bienes importados. Por otro lado, la volatilidad relativa de las exportaciones que produce el modelo está muy cercana a la de la data. Finalmente, el modelo genera un tipo de cambio real multilateral más volátil que en los datos (2.50 en el modelo versus 1.73 en los datos). Esta discrepancia se podría solucionar incluyendo en el modelo bienes no transables. En los modelos con dos sectores (transable y no transable), el precio relativo entre los sectores es fundamental para explicar la volatilidad del tipo de cambio real¹⁹.

Por el lado nominal, en el modelo la volatilidad relativa de la inflación al consumidor se acerca a la de los datos (0.58 en el modelo versus 0.42 en la data), pero la tasa de interés nominal es menos exitosa en este aspecto.

En el mismo recuadro también se reportan las correlaciones de las variables con relación al producto. En la mayoría de los casos el modelo produce correlaciones con el signo correcto, tal y como se observa en los datos. La única excepción es la correlación del PBI con el tipo de cambio real. El modelo predice una correlación positiva (0.79) entre el tipo de cambio real y el PBI en tanto que en los datos estas variables son acíclicas (-0.07). Al parecer en el modelo prevalece el canal tradicional del tipo de cambio sobre las exportaciones, en tanto que el canal contractivo del acelerador financiero es menos importante. Otra limitación del modelo es el bajo co-movimiento del consumo con el producto. El modelo predice una correlación de 0.13 en tanto que en la data se observa un valor de 0.57. El resultado anterior fácilmente se puede solucionar incluyendo en el modelo agentes miopes que no actúan intertemporalmente, sino que toman sus decisiones de consumo en función de su ingreso corriente²⁰.

Finalmente, el modelo predice coeficientes de autocorrelación más altos que los valores que se obtienen en los datos. Los mecanismos de persistencia endógena, que se han considerado en el modelo base, juegan un rol importante en este resultado.

¹⁹ Ver Rabanal y Tuesta (2006, 2007) para modelos que buscan explicar la volatilidad del tipo de cambio real USA-EURO. La volatilidad del tipo de cambio real respecto al producto es alrededor de 5 en países desarrollados. Explicar estos niveles de volatilidad es bastante difícil con modelos de sólo bienes transables.

²⁰ Ver Galí, López-Salido y Vallés (2007) para una aplicación de agentes miopes ("rule of thumb") para el estudio de



4.3 Funciones de Respuestas a Impulsos (FRIs)

Esta sección muestra la respuesta dinámica de las principales variables del modelo a los choques fundamentales.

4.3.1 Choque de Política Monetaria

El gráfico 1 resume la interacción dinámica de los principales mecanismos de transmisión de la política monetaria en el modelo, considerando un incremento transitorio no anticipado en 100 puntos básicos de la tasa de interés de referencia del Banco central.

Un incremento en la tasa de interés, debido al ajuste gradual de los precios, genera un incremento en la tasa de interés real y una apreciación real de la moneda doméstica. A su vez, la mayor tasa de interés real crea una contracción en el consumo y en la inversión, las cuales alcanzan su nivel máximo 4 trimestres después del choque. Consistente con la existencia del acelerador financiero, la inversión sufre una contracción mayor que el consumo, 105 versus 26 puntos básicos, respectivamente.

Asimismo, la apreciación cambiaria genera una reducción en las exportaciones debido al incremento en su precio relativo, que las hace más caras en relación con los productos producidos fuera del país. Sin embargo, esta apreciación cambiaria no genera mayores niveles de importaciones porque el efecto en precios relativos es contrarrestado por la contracción del consumo y la inversión total. El impacto neto del choque contractivo de política monetaria genera un deterioro de la balanza en cuenta corriente que induce a una caída de la posición neta de activos.

La respuesta conjunta del consumo, la inversión, y las exportaciones netas determinan la respuesta del PBI. Tal como se muestra en el gráfico 1, el PBI responde de manera gradual al choque de política monetaria, alcanzando su nivel mínimo luego de 4 trimestres y luego revirtiendo a su senda de crecimiento de largo plazo. El modelo implica que luego de 4 trimestres, el PBI se reduciría respecto a su tendencia de largo plazo en 37 puntos básicos. Consistente con la evolución del PBI, la inflación doméstica se reduce en 0,24 puntos porcentuales respecto a la meta de inflación luego de 5 trimestres. Luego converge gradualmente a su nivel meta en aproximadamente 12 trimestres.

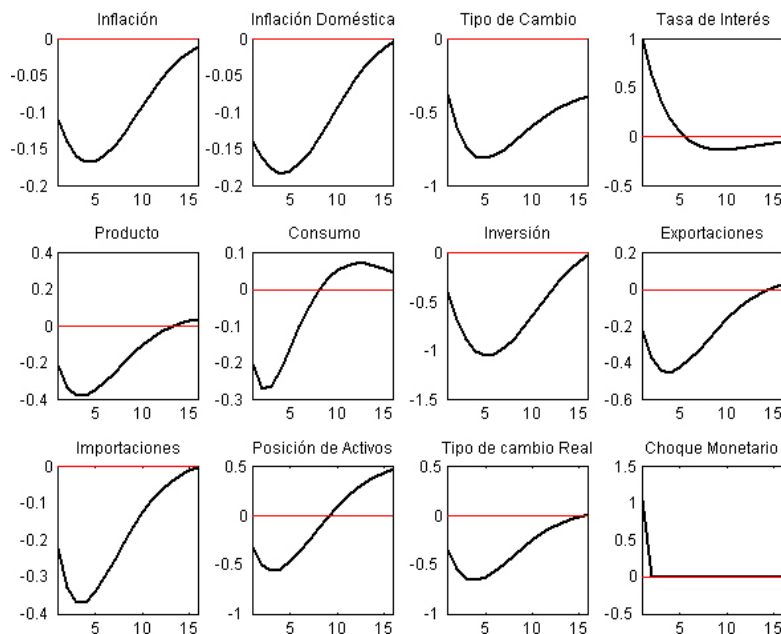
El impacto contemporáneo del choque monetario en la inflación doméstica es pequeño, lo cual se debe a varios factores. Un primer elemento importante es el grado de traspaso del tipo de cambio a precios, el cual es bajo en el modelo consistente con la evidencia empírica para Perú. Para generar un efecto traspaso bajo, se ha calibrado un grado de rigidez de precios alto en las importaciones. De esta manera, cambios en el tipo de cambio demoran en traspasarse a los

la política fiscal en un contexto de una economía cerrada.

precios en soles de las importaciones. Otro ingrediente del modelo que ha contribuido a este resultado es el alto grado de persistencia que tiene el tipo de cambio, que se sustenta en la existencia de intervención cambiaria por parte del banco central. La intervención cambiaria reduce el efecto contemporáneo de la tasa de interés sobre el tipo de cambio, amortiguando su impacto directo en la inflación importada.

Igualmente importantes en la respuesta dinámica de la inflación al choque de política monetaria son los factores que reducen la volatilidad de los costos marginales, como el costo de ajuste de capital y el grado de rigideces reales en el mercado laboral. En ambos casos, estas rigideces amortiguan la respuesta de los precios de los factores de producción, renta de capital y el salario real, a cambios en la demanda agregada. Sin estas rigideces el impacto de la política monetaria de corto plazo en la inflación sería mayor. Adicionalmente, la persistencia del impacto del choque de política monetaria en la inflación se determina por el grado de indexación de los precios tanto domésticos como externos y por el grado de persistencia de la tasa de interés de corto plazo.

Gráfico 1. Respuestas a un choque de política monetaria.



4.3.2 Tasa de Interés Internacional

Para este ejercicio se considera también una reducción de 100 puntos básicos en la tasa de interés internacional. Se consideran dos procesos para la tasa de interés internacional, el primero en línea continua equivale al proceso AR(2) estimado de la calibración base y en línea discontinua se considera un proceso AR(1) con coeficiente de autocorrelación igual a 0.5. Tal como se muestra en el gráfico 2, el choque a la tasa de interés internacional en un proceso AR(2) genera una fuerte apreciación de la moneda doméstica que se transmite hacia la inflación



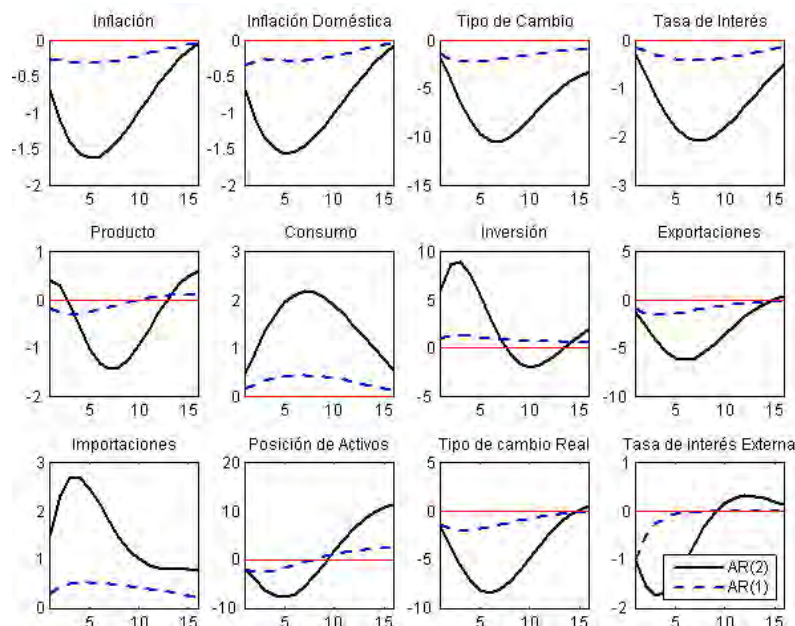
importada reduciendo la inflación total. A su vez, la menor inflación total induce al banco central a reducir su tasa de interés generando condiciones monetarias más laxas que estimulan un fuerte crecimiento del consumo, la inversión y las importaciones. Las exportaciones por el contrario se reducen bruscamente en respuesta a la caída del tipo de cambio real que la apreciación de la moneda doméstica genera.

También, el aumento de la demanda doméstica y la reducción de las exportaciones hacen que la tasa de crecimiento del PBI se incremente en el corto plazo respecto a su tendencia de largo plazo, pero ésta se reduce luego de 3 trimestres. Asimismo, la dinámica de las exportaciones e importaciones en respuesta a este choque generan un mayor déficit en cuenta corriente que induce a una mayor acumulación de deuda externa, es decir, una menor posición de activos internacionales netos.

Es interesante observar que la respuesta de la economía a este choque depende en gran medida de la reacción del banco central. Si el banco central no reaccionase a la inflación total como lo hace en el ejercicio anterior, sino a la inflación doméstica, el impacto del choque sobre la demanda agregada sería menor. Esto es debido a que en este caso el banco central reduciría su tasa de interés en menor magnitud y, por tanto, el estímulo monetario sería menor.

Cabe mencionar que cuando se utiliza el proceso AR(2) estimado las magnitudes de las respuestas de las variables son bastante altas. Comparando estos resultados con el proceso AR(1) podemos observar que los mecanismos de transmisión no cambian cualitativamente, pero las magnitudes son mucho menores. Este resultado muestra que el proceso que se perciba que tenga la tasa de interés internacional puede cambiar de manera importante la magnitud de la respuesta a los choques externos.

Gráfico 2. Respuestas a un choque en la tasa de interés externa.



4.4 Experimentos

4.4.1 El Impacto de la Dolarización y la Intervención Cambiaria

Para evaluar el impacto de la dolarización en la economía, se analiza cómo cambian las respuestas de las principales variables macroeconómicas considerando el caso contra-factual de una economía sin dolarización. Adicionalmente, como los resultados dependen del grado y la forma de intervención en el mercado cambiario, estas respuestas se comparan con el caso de que existe intervención cambiaria, considerando $\lambda_{pdi} = 0.8$ como en nuestra calibración base. Estos ejercicios se muestran en los gráficos 3 y 4. En estos gráficos la línea punteada representa la reacción de cada variable cuando no existe dolarización ni intervención, mientras que la línea discontinua representa la reacción cuando si existe dolarización pero sin intervención. La línea sólida consiste en el caso con dolarización e intervención cambiaria.

Tal como se puede observar en los gráficos 3 y 4, los principales efectos de eliminar la dolarización serían el de incrementar la potencia de la política monetaria para afectar el producto y el de reducir la vulnerabilidad de la actividad económica a choques en la tasa de interés externa. Así, considerando el caso sin intervención cambiaria, el modelo predice que ante un incremento en 100 puntos básicos de la tasa de interés del banco central, el producto se reduciría luego de tres trimestres en 6 puntos básicos más en una economía sin dolarización que en una con dolarización, 38 puntos básicos versus 32. En el caso de la respuesta de la inflación, esta sería menor sin dolarización en 10 puntos básicos, debido principalmente a que la dolarización de precios incrementa la elasticidad de la inflación ante variaciones en el tipo de cambio. Si consideramos el caso de una economía dolarizada con intervención cambiaria, el tipo de cambio responde más gradualmente, pero los efectos son más persistentes que en los casos sin intervención. Por esta razón, el efecto sobre la actividad económica es menor pero más persistente.

El gráfico 5 muestra los resultados de un incremento de 100 puntos básicos en la tasa de interés internacional. Considerando el caso sin intervención cambiaria, en una economía dolarizada el nivel de actividad económica se reduce en forma considerable luego de 3 trimestres, en comparación al caso de una economía sin dolarización cuyo efecto es casi nulo después de ese lapso de tiempo. Si comparamos el mismo caso con el de una economía con dolarización e intervención cambiaria, se observa que la intervención cambia el impacto del choque externo a la actividad económica, eliminando sus efectos recesivos. Lo que implicaría que la intervención cambiaria reduce la vulnerabilidad de la economía doméstica a cambios no esperados en la tasa de interés internacional.

Esta diferencia se explica principalmente por el funcionamiento del mecanismo de hoja de



balance o acelerador financiero en economías dolarizadas. El incremento de la tasa de interés internacional genera una depreciación de la moneda doméstica que incrementa el tipo de cambio real. Este aumento en el tipo de cambio real genera, cuando existe dolarización, un efecto hoja de balance negativo que reduce la inversión privada que más que compensa el efecto positivo de la depreciación en las exportaciones. Cuando no existe dolarización el efecto negativo de la hoja de balance no está presente y, por tanto, el aumento en el tipo de cambio real genera un aumento de las exportaciones y consecuentemente mayor producto.

Este resultado refleja el funcionamiento del acelerador financiero en economías dolarizadas. El cual hace menos potente la política monetaria como herramienta para estabilizar la inversión privada y a través de este canal, el producto. Por otro lado, el acelerador financiero también hace más sensible la inversión privada a choques externos.

Gráfico 3. Ejercicio contra-factual de dolarización e intervención cambiaria, respuestas a un choque de política monetaria.

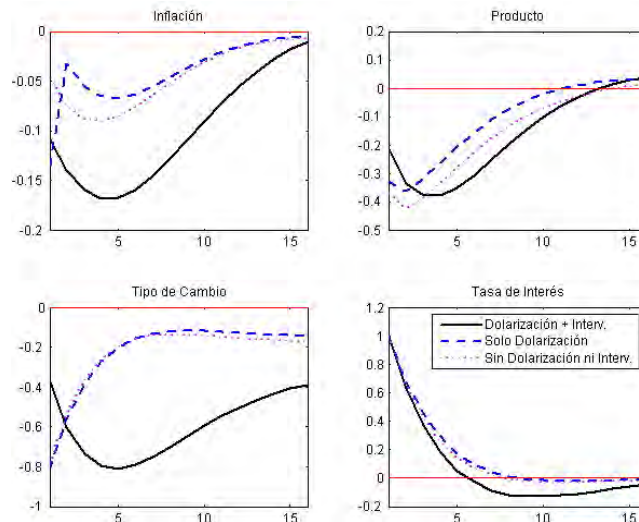
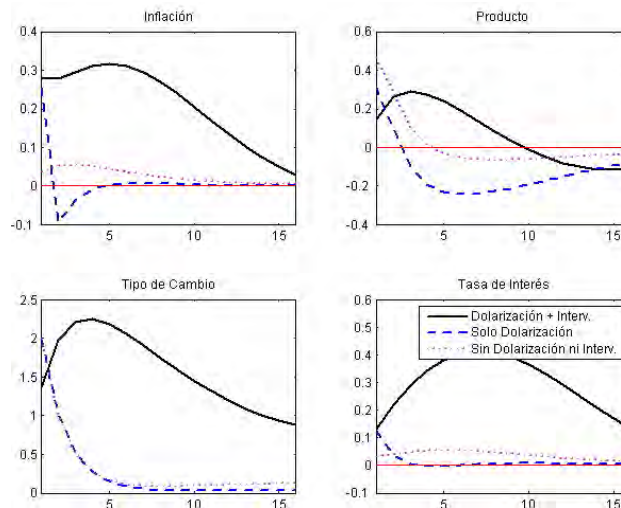


Gráfico 4. Ejercicio contra-factual de dolarización e intervención cambiaria, respuestas a un choque en la tasa de interés externa.



4.4.2 El rol de las Fricciones Nominales

Si no existieran rigideces de precios, es decir fricciones nominales, la política monetaria tendría un rol poco importante para estabilizar la inflación a través de la demanda agregada. Sin embargo, existe evidencia empírica que avala la existencia de fricciones nominales y del impacto de la política monetaria en la actividad económica. En esta sub-sección se resalta el rol de las rigideces nominales, para ello se comparan las respuestas a un choque monetario en el modelo base con aquellas generadas en un modelo sin fricciones nominales, es decir consideramos $\lambda_S = \lambda_D = \lambda_X = \lambda_M = \theta^S = \theta^D = \theta^X = \theta^M = 0.001$, valores muy cercanos a cero.

El gráfico 5 muestra la respuesta a un choque monetario de tamaño de una desviación estándar, en el modelo con fricciones nominales (modelo base) en negrillas y en el modelo con precios flexibles en líneas entre-cortadas. En este gráfico se observa que en respuesta a un choque no anticipado de política monetaria, el producto y la inflación se reducen y tipo de cambio nominal se aprecia. Esta dinámica es cualitativamente similar para ambos escenarios, pero hay diferencias cuantitativas importantes.

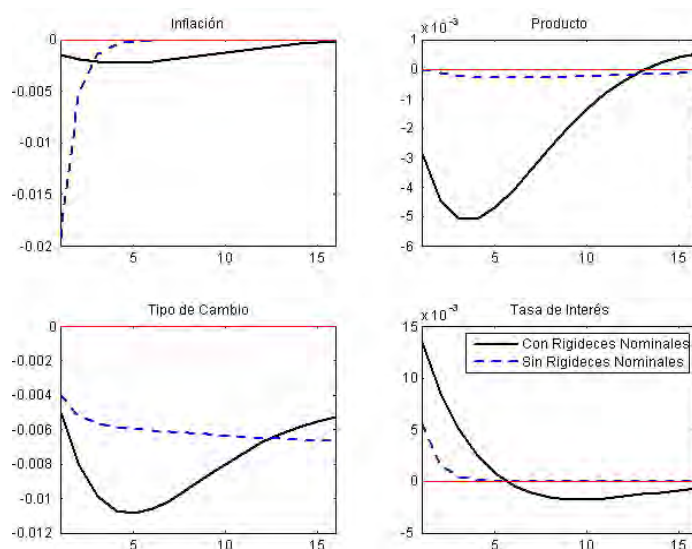
En primer lugar, el modelo con fricciones nominales genera una respuesta menor en impacto pero más persistente en la inflación. En impacto, la caída en la inflación no es tan fuerte, esto se debe a que los precios se ajustan gradualmente. Consecuentemente, la contracción en el producto en este modelo es más pronunciada y persistente. En general, las fricciones nominales agregan persistencia endógena a la dinámica. Por su parte, como es de esperarse, en el modelo con precios flexibles el ajuste se da a través de los precios y en menor medida a través de las cantidades.

En segundo lugar, el modelo con fricciones nominales genera respuesta en forma de ojiva tanto en la inflación como en el producto, dinámica distinta a la del modelo con precios flexibles. Nótese también que en el modelo con precios flexibles la mayor parte del impacto en la inflación en el periodo corriente viene dado por el efecto traspaso del tipo de cambio.

Como se señaló previamente, la evidencia empírica muestra que la política monetaria opera con rezagos. Esta evidencia es consistente con la dinámica de la inflación y del producto que produce el modelo con rigideces nominales descrito en el **gráfico 5**.



Gráfico 5. Ejercicio contra-factual de rigideces nominales, respuestas a un choque de política monetaria.



4.4.3 Manejo de Expectativas

En esta sub-sección se muestra cómo la habilidad del banco central en dar una señal de sus políticas futuras favorece a mantener la estabilidad tanto de los precios como del producto. En el experimento se consideran dos escenarios. En el primero, el banco central es capaz de comunicar al sector privado sus intenciones de política monetaria exitosamente. En el segundo, los agentes privados creen que el banco central va a optar por una política monetaria acomodaticia, es decir, no va a responder agresivamente a la inflación.

Para resaltar el ejercicio de credibilidad se simplifica el modelo de tal forma que las expectativas tengan mayor peso que la información pasada. Para ello se eliminan hábitos en el consumo y las fricciones en el mercado laboral. Asimismo, se eliminan las indexaciones en las curvas de oferta agregada. En estricto se asume $h = \lambda_{wp} = \lambda_s = \lambda_D = \lambda_X = \lambda_M = 0$. El análisis se centra en un choque de costos o márgenes, mup_t ²¹.

La política monetaria agresiva se caracteriza asumiendo que el banco central reacciona sólo a la inflación, es decir $\phi_y = 0$ y $\phi_\pi = 1.5$, y el sector privado entiende que el banco central mantendrá esta política en el futuro de manera indefinida. Es decir, el banco central es creíble en sus intenciones. Por su parte, en el segundo caso consideramos que los agentes privados no creen en las intenciones del banco central y perciben que seguirá una política monetaria

²¹ Se asume un grado de persistencia en el choque $\rho_{mup} = 0.95$. Esto toma en consideración el grado de auto correlación de la inflación doméstica que se observa en la data peruana.

acomodaticia, considerando en sus expectativas $\varphi_\pi \approx 1$ ²².

En ambos escenarios el banco central trata de disminuir la inflación aumentando la tasa de interés. Sin embargo, cuando los agentes económicos esperan una política acomodaticia, la autoridad monetaria va a tener que aumentar más la tasa de interés hoy día para poder controlar la inflación que en el caso de que su política fuera creíble. Cuando el banco central es creíble cuenta con el beneficio de poder afectar expectativas. Entonces puede contraer la demanda agregada no sólo por el aumento de la tasa de interés hoy día, sino también creando expectativas sobre mayores tasas de interés en el futuro, generando un mayor efecto sobre las tasas de interés de largo plazo y por ende en la demanda agregada. Si el banco central no es creíble, la única forma de afectar la actividad económica es a través del impacto de la tasa de interés corriente.

En el cuadro 3 se reportan los resultados de este experimento. En particular, se muestran las respuestas acumuladas de la inflación, el producto y la tasa de interés en los dos primeros años luego del choque de costos bajo los dos escenarios antes descritos, considerando el periodo cero como el momento del choque. Nótese que la disminución en el producto es la misma para ambos escenarios, pero el aumento de la inflación es mayor en el caso un banco central no creíble. Luego de un año la inflación aumenta 0.33% cuando el banco central es creíble, mientras que cuando no lo es aumenta en 1.12%.

Asimismo, luego de un año la tasa de interés aumenta en 0.26% bajo el escenario de un banco central creíble, mientras que en el caso de un banco central no creíble el aumento es mayor, 0.34%. Esto indica que para generar la misma contracción en el producto en el escenario no creíble, es necesario que el banco aumente más fuertemente la tasa de interés hoy día.

Cuadro 3. Respuesta del Producto, Inflación y Tasas de Interés ante un Choque de Costos

(Cambios en las variables respecto a su estado estacionario)

Periodo Luego del Choque	Política Creíble			Política no Creíble		
	Inflación (%)	Producto (%)	Tasa de Interés (%)	Inflación (%)	Producto (%)	Tasa de Interés (%)
0	0.33	-0.20	0.15	1.12	-0.20	0.34
1 año	0.16	-0.27	0.26	0.74	-0.27	0.34
2 años	0.09	-0.24	0.18	0.14	-0.24	0.21

En resumen, este experimento muestra que si un banco central es capaz de controlar y guiar las expectativas de los agentes privados, puede controlar la inflación a un menor costo. Por lo tanto, el dilema entre estabilizar la inflación y el producto será menor y consecuentemente la

²² En la práctica, se implementa este escenario asumiendo un coeficiente $\varphi_\pi = 1.0001$, como lo sugieren Galí y Gertler (2007) para garantizar la determinación del equilibrio. Esto es equivalente a que los agentes privados esperan que el banco central aumente su tasa de interés en 100 puntos básicos por cada incremento en 100 puntos básicos en la inflación.



efectividad de la política monetaria será mayor. Asimismo, el experimento resalta los riesgos de una política monetaria acomodaticia al reducir la potencia de la misma por el menor control de las expectativas de los agentes privados. Finalmente, el experimento ayuda a explicar por qué es necesario que el banco central asigne un peso considerable a su política de comunicación de sus futuras acciones.

5. Conclusiones

En este documento se ha desarrollado un modelo de equilibrio general estocástico con dolarización parcial para realizar análisis de política, el cual ha sido calibrado para replicar algunas regularidades empíricas de la economía peruana. En particular, el modelo reporta un buen desempeño para explicar varianzas, correlaciones y autocorrelaciones de las principales variables macroeconómicas. Sin embargo, quedan pendiente algunos hechos estilizados por explicar, como por ejemplo la correlación negativa entre el tipo de cambio real y el producto, y la alta prociclicidad del consumo.

Entre los resultados principales se encuentra que la dolarización reduce la potencia de la política monetaria para afectar el producto y aumenta la vulnerabilidad de la actividad económica a choques de la tasa de interés externa. Asimismo, se realiza un experimento que resalta la importancia de la credibilidad de la autoridad monetaria en el manejo de las expectativas de los agentes, y consecuentemente en el control de la inflación. En particular, se muestra que si el compromiso del banco central para controlar la inflación no es creíble, la autoridad monetaria deberá hacer mayores ajustes en la tasa de interés y los costos en cuanto a inflación serán también mayores.

Esta investigación forma parte de un proyecto desarrollado por la Subgerencia de Investigación Económica de la Gerencia Central de Estudios Económicos del BCRP, que tiene como objetivo mejorar el proceso de proyección de la inflación del BCRP. La estructura del modelo presentada es bastante flexible y por ello permite ser ampliada para incorporar otros ingredientes que se consideren importantes para explicar los mecanismos de transmisión de la política monetaria y hacer análisis de política para Perú. Entre los elementos que serían de importancia de incluir en el modelo se encuentran: el rol de la política fiscal, a través del análisis de distintas reglas de política fiscal y la inclusión de consumidores con restricciones en el acceso al crédito; el sector primario exportador que sea tomador de precios; el sector informal en el mercado laboral, el sector de producción no transable y diferentes formas de expectativas de los agentes económicos distintas a las expectativas racionales, como son por ejemplo aprendizaje y credibilidad imperfecta. Asimismo, la siguiente etapa del proyecto incluiría la estimación del modelo mediante econometría bayesiana, y su uso en tiempo real para realizar proyecciones macroeconómicas y estimación de variables no observables.

Referencias Bibliográficas

- Armas, A., N. Batini y V. Tuesta (2007), "Peru's Experience with Partial Dollarization and Inflation Targeting", *IMF Selected Issues Papers*, 31-46.
- Batini, N., P. Levine, y J. Pearlman (2006), "Optimal Exchange Rate Stabilization in a Dollarized Economy with Inflation Targets", *Documentos de Trabajo DT 2008-004*, Banco Central de Reserva del Perú.
- Benigno, P. y M. Woodford (2005), "Inflation Stabilization and Welfare: The Case of a Distorted Steady State", *Journal of the European Economic Association* **3(6)**, 1185-1236.
- Bernanke, B., M. Gertler y S. Gilchrist (1999) "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework", *Handbook of Macroeconomics* **1(C)**, 1341-1393.
- Blanchard, O. y J. Galí (2007), "Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model", *Journal of Money, Credit and Banking* **39(1)**, 35-66.
- Calvo, G. (1983), "Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics* **12(3)**, 383-398.
- Castillo, P. (2006a), "Monetary Policy under Currency Substitution", Mimeo, Banco Central de Reserva del Perú.
- Castillo, P. (2006b), "Optimal Monetary Policy and Endogenous Price Dollarization", Mimeo, Banco Central de Reserva del Perú.
- Castillo, P. y C. Montoro (2004), "Income Distribution and Endogenous Dollarization", Mimeo, London School of Economics y Banco Central de Reserva del Perú.
- Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2006a), "An Estimated Stochastic General Equilibrium Model with Partial Dollarization: A Bayesian Approach", *Working Papers N° 381*, Banco Central de Chile.
- Castillo, P., C. Montoro y V. Tuesta (2009), "Un Modelo de Equilibrio General con Dolarización para la Economía Peruana", *Documento de Trabajo DT 2009-03*, Banco Central de Reserva del Perú.
- Céspedes, L., R. Chang, y A. Velasco (2004), "Balance sheets and exchange rate policy", *American Economic Review* **94(4)**, 1183--1193.
- Chari, V. V., P. Kehoe y E. McGrattan (2002), "Can Sticky Price Models Generate Volatile and Persistent Real Exchange Rates?", *Review of Economic Studies* **69(3)**, 533-563.
- Christensen, I. y A. Dib (2008), "The Financial Accelerator in an Estimated New Keynesian Model", *Review of Economic Dynamics* **11(1)**, 155-178.
- Christiano, L., M. Eichenbaum y C. Evans (2005), "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy* **113(1)**, 1-45.
- De Paoli, B. (2009), "Monetary Policy and Welfare in a Small Open Economy", *Journal of International Economics* **77(1)**, 11-22.



- Del Negro, M. F. Schorfheide, F. Smets, y R. Wouters (2007), “On the Fit of New Keynesian Models”, *Journal of Business of Economic and Statistics* **25**, 123-161.
- Devereux, M., P. Lane y J. Xu (2006), “Exchange Rates and Monetary Policy in Emerging Market Economies”, *Economic Journal* **116(511)**, 478-506.
- Elekdag, S., A. Justiniano y I. Tchakarov (2006), “An Estimated Small Open Economy Model of the Financial Accelerator”, *IMF Staff Papers* **53(2)**, 219-241.
- Felices, G. y V. Tuesta (2007), “Política monetaria en un entorno de dos monedas”, Documentos de Trabajo **DT 2007-006**, Banco Central de Reserva del Perú.
- Galí, J., D. López-Salido, y J. Vallés (2007), “Understanding the Effects of Government Spending on Consumption”, *Journal of the European Economic Association* **5(1)**, 227-270.
- Galí, J. y M. Gertler (2007), “Macroeconomic Modeling for Monetary Policy Evaluation”, *Journal of Economic Perspectives* **21(4)**, 25-46.
- Gali, J. y T. Monacelli (2005), “Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy”, *Review of Economic Studies*, **72(3)**, 707-734.
- Gertler, M., S. Gilchrist y F. Natalucci (2007), “External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator”, *Journal of Money, Credit and Banking* **39(2-3)**, 295-330.
- Ize, A. y E. Parrado (2006), “Real Dollarization, Financial Dollarization, and Monetary Policy”, Documento de trabajo N° **375**, Banco Central de Chile.
- Lai, H. y D. Trefler (2002), “The Gains from Trade: Standard Errors with the CES Monopolistic Competition Model”, Working Paper N° **9169**, National Bureau of Economic Research.
- Lucas, R. (1976), “Econometric Policy Evaluation”: A Critique, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* **1(1)**, 19-46.
- Montoro, C. (2006), “Dolarización de Precios”, Nota de Estudio N° **10**, Banco Central de Reserva del Perú.
- Obstfeld, M. y K. Rogoff (1995), “Exchange Rate Dynamics Redux”, *Journal of Political Economy* **103(3)**, 624-660.
- Rabanal, P. y V. Tuesta (2006), “Euro-Dollar Real Exchange Rate Dynamics In an Estimated Two-Country Model: What is Important and What is Not”, Discussion Paper N° **5957**, Centre for Economic Policy Research.
- Rabanal, P. y V. Tuesta (2007), “Non Tradable Goods and the Real Exchange Rate”, Working Paper N° **03/200**, Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona la Caixa.
- Smets, F. y R. Wouters (2003), “An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area”, *Journal of the European Economic Association* **1(5)**, 1123-1175.
- Smets, F. y R. Wouters (2007), “Shocks and frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach”, *American Economic Review* **97(3)**, 586-606.
- Tovar, C. (2005), “The Mechanism of Devaluations and the Output Response in a DSGE Model: How Relevant is the Balance Sheet Effect?”, Working Paper N° **192**, Bank of



International Settlements.

Tovar, C. (2006), "An Analysis of Devaluation and Output Dynamics in Latin American Using an Estimated DSGE Model", Mimeo, *Bank of International Settlements*.