ESTUDIOS BCRA
Documentos de trabajo 2015 | 63

La Trinidad Posible: tasa de interés, tipo de cambio e impuestos a los flujos de capital óptimos en un modelo EGDE para una economía pequeña y abierta

Guillermo Escudé
Banco Central de la República Argentina

Agosto, 2015

ie | BCRA
INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Banco Central de la República Argentina
ie | Investigaciones Económicas

Agosto, 2015
ISSN 1850-3977
Edición Electrónica

Reconquista 266, C1003ABF
C.A. de Buenos Aires, Argentina
Tel: (5411) 4348-3582
Fax: (5411) 4348-3794
Email: investig@bcra.gov.ar
Pág. Web: www.bcra.gov.ar

La Trinidad Posible: tasa de interés, tipo de cambio e impuestos a los flujos de capital óptimos en un modelo EGDE para una economía pequeña y abierta

Índice

Palabras clave: modelos EGDE, economía pequeña y abierta, política monetaria y cambiaria, controles de capital, políticas óptimas.

Clasificación del Journal of Economic Literature: E58, F38, O24.

Agradecimientos: Se agradecen los comentarios y sugerencias de Horacio Aguirre a una versión preliminar del trabajo.

Advertencia: Los puntos de vista expresados en el trabajo no necesariamente reflejan los del BCRA

Introducción

El comercio exterior y los flujos de capital representan los dos vínculos fundamentales entre la economía abierta y los mercados mundiales. Y en ambos inciden numerosas políticas gubernamentales, entre ellas las de tasa de interés y tipo de cambio, como así también distintas intervenciones posibles en el libre flujo de los activos financieros. Una forma tradicional de pensar en el régimen del tipo de cambio y la apertura de la cuenta de capital ha sido enmarcada en términos de una "trinidad imposible" o "trilema". Según esta visión, los *policymakers* sólo pueden tener dos de tres resultados posibles: mercados de capital abiertos, independencia monetaria y tipos de cambio reptantes o fijos (ver Bordo 2003). En términos históricos, durante el período del patrón oro, predominaron los mercados de capital abiertos y los tipos de cambio fijos pero no había independencia monetaria. Luego, durante el período de Bretton Woods, los tipos de cambio reptantes y la independencia monetaria fueron posibles porque hubo importantes controles de capital. Durante el período post-Bretton Woods, se introdujo nuevamente la libre movilidad del capital, lo que llevó a los países a tomar la difícil decisión de elegir entre tipos de cambio reptantes (con la consecuente pérdida de independencia monetaria) y tipos de cambio flotantes (con independencia monetaria). Las economías de los mercados emergentes que optaron por tener tipos de cambio reptantes o fijos sufrieron episodios periódicos de crisis de deuda, cambiaria y bancaria. Por lo tanto, durante algún tiempo, prevaleció la "visión bipolar" de que con mercados de capitales internacionales libres, la mayoría de los países tenían que optar entre fijaciones del tipo de cambio o la libre flotación. Sin embargo, en muchas instancias, incluso los regímenes de tipo de cambio reptante o fijo muy estrictos, como el sistema de Convertibilidad de Argentina (que duró 10 años), derivaron en crisis triples muy severas.

La crisis financiera generalizada de 2008-2009 ha reavivado el interés en estos temas. Se observa un renovado interés por la administración activa de las reservas en moneda extranjera y una mayor preocupación por la estabilidad financiera debido a los serios riesgos macroeconómicos generados por estas crisis generalizadas. Es posible que, dado que las principales economías desarrolladas fueron duramente golpeadas por la crisis, se haya tendido hacia un enfoque más receptivo hacia temas que, hasta hace muy poco, no eran bien vistos, incluyendo la intervención en el mercado cambiario, los controles de capital laxos en tiempos normales y prácticas más invasivas durante la gestión de las crisis. Hasta el FMI parece aceptar que, bajo ciertas circunstancias, los controles de capital pueden ser útiles y hasta necesarios. Por ejemplo, Ostry et al. (2010) señalan que los controles de capital pueden ayudar a abordar las preocupaciones por la estabilidad financiera, al menos cuando no hay suficientes herramientas prudenciales disponibles. A su vez, Obstfeld et al. (2008) intentan explicar por qué se produjo un aumento tan drástico de las tenencias de reservas internacionales globales (como fracción del PIB mundial) durante la era posterior a Bretton Woods. Sostienen que la acumulación de reservas es una herramienta importante para administrar la inestabilidad financiera doméstica, así como los tipos de cambio, en un mundo en el que se ha expandido la globalización financiera y el sector bancario doméstico necesita protección contra las distintas fuentes posibles de drenaje (fuga de divisas o de depósitos) por medio del rol del banco central como prestamista de última instancia. Son estas preocupaciones, más que las necesidades tradicionales relacionadas con el comercio, las que llevaron a la gran acumulación de reservas internacionales.

Fratzscher (2012) investiga las motivaciones para el uso de los controles de capital. Utiliza un amplio conjunto de variables macroeconómicas y financieras para 79 países durante el período 1984-2009 para evaluar cuáles de cuatro motivos posibles para el uso de los controles de capital son los más importantes (objetivos relacionados con la política cambiaria, con la gestión de los flujos de capital, con asegurar la estabilidad financiera o con la política macroeconómica general). Fatzscher descubre que la gestión de la política cambiaria ha sido un motivo central para el uso de los controles de capital.

En particular, "los países con un alto nivel de controles de capital y los países que elevan de manera activa estos controles son los que suelen tener tipos de cambio subvaluados y un alto nivel de volatilidad cambiaria". También revela que las opciones relacionadas con las restricciones de los flujos de capital, especialmente durante la última década, se debieron principalmente a las preocupaciones por un recalentamiento de la economía interna. Una investigación empírica reciente revela que, en lugar de elegir dos de las tres opciones de políticas de la "trinidad", la mayoría de los países opta por un camino intermedio en el cual se utilizan las tres opciones. Por ejemplo, Aizenman et al. (2010) muestran que muchos países eligen un tipo de cambio administrado con una autonomía financiera limitada y una integración financiera controlada (vea también Aizenman 2012).

A nivel teórico, Farhi y Werning (2012) estudian la política de controles de capital en un modelo de economía abierta estándar con tipos de cambio fijos, sobre la base de lo aportado por Clarida et al. (2002) y Galí y Monacelli (2005, 2008). Utilizan un modelo no monetario y no estocástico en el cual no hay una prima de riesgo endógena para estudiar el uso óptimo de los controles de capital en respuesta a diferentes shocks (productividad, demanda de exportaciones, términos de intercambio, tasas de interés extranjeras y primas de riesgo exógenas) bajo diferentes supuestos de fijación de precios (precios flexibles, precios rígidos, fijación de precios con un período de adelanto y marco de fijación de precios a la Calvo). Concluyen que los controles de capital son más efectivos cuanto más cerrada es la economía y que son particularmente poderosos para responder a las fluctuaciones en la prima de riesgo exógena exigida por los inversores extranjeros.

Al menos desde el auge del modelo Mundell-Fleming, falta una modelación del camino intermedio entre un tipo de cambio firmemente reptante (o fijo) y un tipo de cambio de libre flotación. Hasta hace muy poco no se habían podido superar las dificultades inherentes al diseño de un marco viable, incluso con avances tan modernos en la modelación macroeconómica como la revolución de las expectativas racionales y la modelación EGDE. No obstante, en la investigación práctica, el análisis de las políticas intermedias no ha enfrentado dificultades importantes. Por ejemplo, en los Informes de Artículo 4 del FMI sobre las economías de mercado emergentes, tradicionalmente se estudia el desarrollo de los balances de los principales sectores institucionales (instituciones financieras públicas y privadas, el Banco Central y el Tesoro) para obtener información sobre las verdaderas políticas de tasa de interés y de tipo de cambio, y sus consecuencias. Sin embargo, en la modelación macroeconómica analítica ha habido una cierta resistencia a modelar de manera explícita los acervos financieros y los flujos de los principales sectores incluidos en el modelo que permitirían la representación de ese terreno intermedio de políticas como el tipo de cambio administrados.

Mis investigaciones durante los últimos años se focalizaron principalmente en esa dirección (Escudé 2006, 2007, 2009, 2013) y ha derivado en un marco viable para la modelación EGDE de economías pequeñas y abiertas en el cual los policymakers pueden utilizar dos reglas de política para determinar las metas operacionales para la tasa de interés nominal y la tasa de depreciación nominal de la moneda (o, alternativamente las reservas internacionales del BC -Escudé 2006). En Escudé (2013), muestro el funcionamiento del marco en un modelo EGDE relativamente pequeño que, a excepción de unas pocas extensiones, es un modelo monetario Nuevo Keynesiano estándar. Las extensiones son básicamente: 1) una función de prima de riesgo *ad hoc* que es positivamente dependiente de la deuda externa de los hogares[1], 2) una meta de largo plazo *ad hoc* para el ratio de reservas internacionales del BC (en relación con el PIB), 3) bonos emitidos por el banco central en moneda doméstica que se utilizan para esterilizar, 4) una formulación cuidadosa de la restricción presupuestaria del BC junto con el supuesto de que hay un acuerdo institucional por el cual el BC transfiere (financia) todo superávit (déficit) cuasifiscal financiero al (del) Tesoro, y, de esta manera, mantiene un patrimonio neto constante y una estructura del balance que sólo cambia durante la transición, 5) una segunda regla de política donde hay una meta operacional para la tasa de depreciación nominal de la moneda que puede responder a las mismas variables (o brechas) que la regla de política para la tasa de interés nominal y, adicionalmente, a la brecha entre el ratio de reservas internacionales del BC y su meta a largo plazo, 6) la asignación de instrumentos explícitos para las intervenciones en el mercado de bonos en moneda doméstica (ventas o compras para alcanzar la meta operacional para la tasa de interés nominal) y en el mercado cambiario (ventas y compras de reservas internacionales para alcanzar la meta operacional para la tasa de depreciación nominal de la moneda).

En este marco, el BC siempre satisface la demanda de dinero del sector privado y tiene una meta a largo plazo para la tasa de inflación (y, por lo tanto, para la tasa de depreciación nominal). El rol de la ecuación del balance del banco central es simplemente la de determinar el acervo de bonos en moneda doméstica que el BC debe tener en su pasivo al finalizar el trimestre como resultado de sus intervenciones en ambos mercados. Se evita el concepto de intervención "esterilizada" en el mercado de cambios porque implícitamente subordina las políticas de tipo de cambio a las políticas de tasa de interés. En principio, ambas políticas son (igualmente) importantes y la esterilización de los efectos monetarios indeseados de las intervenciones combinadas en los dos mercados se refleja en los cambios trimestrales en el acervo de bonos del banco central. El resultado básico en Escudé (2013) es que, dejando de lado los costos de implementación (que siguen sin modelarse), a los *policymarkers* les resulta óptimo utilizar las dos reglas de política y, por consiguiente, dos instrumentos y metas operacionales. Esto es muy intuitivo porque cualquiera de las "políticas de esquina" se obtiene introduciendo una restricción adicional: ya sea abstenerse de intervenir en el mercado cambiario, lo que implica mantener constantes las reservas del banco central, o abstenerse de intervenir en

[1] In algunos de mis trabajos anteriores eran los bancos los que obtenían fondos en el exterior y así enfrentaban tales primas de riesgo.

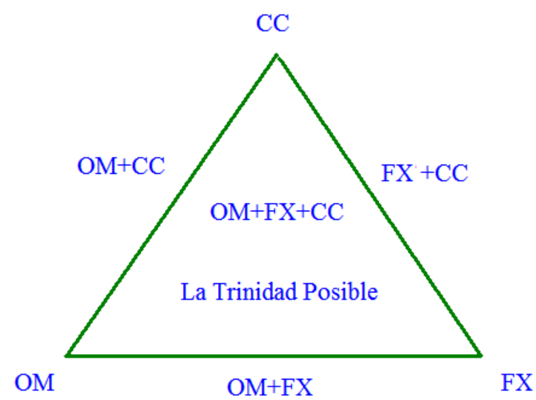
el mercado de bonos en moneda doméstica, lo que implica mantener constante el acervo en circulación de los bonos en moneda doméstica del banco central.

El presente trabajo es una extensión natural de Escudé (2013) porque introduce el tercer vértice de la "trinidad" bajo la forma de impuestos sobre la deuda externa privada. Estos afectan a la ecuación de paridad de tasas de interés descubierta ajustada por riesgo y, por lo tanto, inciden en los flujos financieros internacionales de una economía pequeña y abierta (EPA). Una forma útil de ilustrar el rango de alternativas de políticas es asociándolas con las caras de un triángulo isósceles (tal como se muestra en la Figura 1). Cada una de las tres intervenciones gubernamentales de política posibles tomadas de manera individual (en los mercados de bonos en moneda doméstica, de tipo de cambio y de bonos en moneda extrajera) corresponde a uno de los vértices del triángulo. A su vez, cada uno de los tres pares posibles de intervenciones corresponde a uno de los tres bordes del triángulo y una política con las tres intervenciones simultáneas tomadas en conjunto corresponde a su interior. Este trabajo demuestra que ese interior, o "trinidad posible", no solo es posible, en términos generales, sino también óptimo porque el banco central obtiene una pérdida menor cuando implementa una política que incluye los tres tipos de intervención.

Tal como en el documento precedente, cualquiera de los regímenes de frontera se obtiene introduciendo restricciones adicionales al problema de los *policymakers* cuando se utiliza un marco de control óptimo lineal-cuadrático. En el documento anterior había dos "políticas de esquina" y una política de interior que las combinaba, representadas por la base del triángulo en la Figura 1. En el presente trabajo hay seis política de borde y una política de interior que combina los tres tipos de intervenciones individuales posibles, y estas políticas también aparecen representadas en la Figura 1. Para implementar cualquiera de los 3 regímenes de borde, el instrumento que corresponde al vértice opuesto debe permanecer constante. Para implementar cualquiera de los tres regímenes de vértice, los instrumentos que corresponden a dos vértices opuestos deben permanecer constantes.

Los tres instrumentos son: 1) el acervo de bonos en moneda doméstica en el balance del banco central (en el lado del pasivo) , 2) el acervo de reservas en moneda extranjera en el balance del banco central (en el lado del activo) y 3) el tamaño del esquema de impuestos/subsidios sobre los pasivos en moneda extranjera de los hogares. En este trabajo hay dos implementaciones alternativas para la tercera forma de intervención: ya sea un impuesto sobre la deuda externa de los hogares o un impuesto (subsidio) sobre el aumento (reducción) de la deuda externa de los hogares. Obviamente, hay una cierta asimetría dado que los dos primeros instrumentos corresponden a verdaderos instrumentos financieros que tienen un mercado en el cual opera el banco central para obtener una meta operacional deseada para la tasa de interés o la tasa de depreciación nominal, mientras que en el tercer caso el instrumento adopta la forma de un impuesto que debe cobrarse (o subsidio que debe otorgarse). Dado que la mayor parte del modelo es exactamente igual al de Escudé (2013), sólo se detallan en el texto las extensiones, dejando la exposición de la mayor parte del modelo y del conjunto completo de ecuaciones del modelo para el Apéndice.

Figura 1
Las 3 intervenciones
OM: operaciones de mercado abierto con bonos del BC en moneda doméstica
FX: intervención en el mercado de cambios
CC: (Controles de Capital) impuesto sobre los bonos en moneda extranjera de los hogares



El resto del trabajo tiene la siguiente estructura. La Sección 2 se refiere al problema de decisión de los hogares y cómo se ve afectada por las dos nuevas formas de intervención consideradas. La Sección 3 muestra las calibraciones utilizadas para los parámetros del modelo y detalla las calibraciones directamente relacionadas con la función de prima de riesgo que se supone que utilizan los inversores extranjeros para determinar la tasa de interés que exigen. La Sección 4 especifica las políticas de tasa de interés, tipo de cambio y controles de capital alternativas disponibles. La Sección 5 muestra cómo funciona el modelo e ilustra los efectos de los diferentes regímenes de política en la variabilidad de las principales variables objetivo en los tres marcos alternativos disponibles en Dynare para la solución del modelo: a) reglas simples de política, b) reglas simples óptimas de política, y c) política óptima bajo compromiso e información completa. Por último, la Sección 6 tiene las conclusiones. El Apéndice A muestra las partes del modelo que quedaron fuera del cuerpo principal de este trabajo y el Apéndice B detalla todas las ecuaciones del modelo. Por otro lado, también están disponibles dos archivos del modelo en Dynare, uno para cada una de las dos implementaciones posibles del impuesto sobre la deuda externa.

El modelo

Los hogares

Un hogar representativo de vida infinita consume un conjunto CES (de Elasticidad de Sustitución Constante) de bienes domésticos e importados (C_t) y posee una riqueza financiera en forma de efectivo (M_t) y bonos nominales de un período denominados en moneda doméstica emitidos por el banco central (B_t) que pagan una tasa de interés i_t y son considerados libres de riesgo. Además, el hogar emite bonos de un período denominados en moneda extranjera (D_t) en el exterior que pagan una tasa de interés nominal en moneda extranjera i_t^D. Se presume que los inversores extranjeros sólo estarán dispuestos a conservar bonos en moneda extranjera de la EPA si reciben una prima de riesgo $\tau_D\left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right)$ sobre la tasa internacional libre de riesgo i_t^* que, como función, es de naturaleza exógena (ya que el Resto del Mundo –RM– no se modela). Esta función varía directamente con el ratio entre la deuda externa agregada de EPA y el PIB, γ_t^D, e inversamente con el ratio de reservas internacionales del banco central γ_t^D (ambos se definen abajo). Hay, además, un componente exógeno, estocástico y variable en el tiempo ϕ_t^* de la cuña total $(1+i_t^D/1+i_t^*)$ entre las tasas de interés brutas (en moneda extranjera) que se aplican a EPA y las que se aplican al RM. ϕ_t^* puede representar condiciones de liquidez generales en el mercado internacional de capitales y/o un componente exógeno de la prima de riesgo. Por lo tanto, la tasa de interés bruta en moneda extranjera que enfrentan los hogares es:

$$1+i_t^D=(1+i_t^*)\phi_t^*\tau_D\left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right), \tag{1}$$

donde $\tau_D(.)$ es creciente y convexa ($\tau_D>1$, $\tau'_{D,\gamma^D}>0$ and $\tau''_{D,\gamma^D}>0$) con respecto a γ_t^D, y decreciente ($\tau'_{D,\gamma^R}<0$) con respecto a γ_t^R. El tipo de cambio real (TCR), la deuda externa real y las reservas internacionales del banco central (en términos de precios externos) y los correspondientes ratios de deuda externa y reservas del BC en relación con el PIB son:

$$e_t\equiv\frac{S_tP_t^*}{P_t},\quad d_t\equiv\frac{D_t}{P_t^*},\quad r_t\equiv\frac{R_t}{P_t^*},\quad \gamma_t^D=\frac{S_tD_t}{P_tY_t}=\frac{e_td_t}{Y_t},\quad \gamma_t^R=\frac{S_tR_t}{P_tY_t}=\frac{e_tr_t}{Y_t} \tag{2}$$

dond R_t son las reservas internacionales del BC, S_t es el tipo de cambio nominal, P_t es el índice de precios de bienes domésticos, P_t^* es el índice de precios de los bienes que la EPA importa e Y_t es el PIB.

Una segunda función exógena $\tau_M(.)$ representa los costos brutos de transacción, el que introduce la conveniencia de utilizar dinero en efectivo. El hogar posee efectivo M_t para economizar en los costos de las transacciones porque para poder comprar el paquete de consumo C_t debe gastar $\tau_M(.)\,P_t^CC_t$ donde P_t^C es el índice de precios del paquete de consumo. Se supone que $\tau_M\left(\gamma_t^M\right)$ es una función decreciente y convexa, ($\tau_M>1$, $\tau'_M<0$, $\tau''_M>0$) del ratio efectivo/consumo γ_t^M:

$$\gamma_t^M\equiv\frac{M_t}{P_t^CC_t}=\frac{m_t}{p_t^CC_t}, \tag{3}$$

donde p_t^C es el precio relativo de los bienes de consumo y m_t es el efectivo real:

$$p_t^C \equiv \frac{P_t^C}{P_t}, \qquad m_t \equiv \frac{M_t}{P_t}. \tag{4}$$

El hogar representativo maximiza una función de utilidad intertemporal que es aditivamente separable en (funciones de subutilidad de aversión al riesgo relativo constante de) los bienes C_t y el trabajo N_t:

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left\{ \frac{1}{1-\sigma^C} C_{t+j}^{1-\sigma^C} - \frac{\xi}{1+\sigma^N} N_{t+j}{}^{1+\sigma^N} \right\}, \tag{5}$$

donde β es el factor de descuento intertemporal y σ^C y σ^N son los coeficientes de aversión al riesgo relativo constantes para los bienes y el trabajo, respectivamente, y ξ es un parámetro. La restricción presupuestaria del hogar en el período t es:

$$\begin{aligned} \tau_M \left(\gamma_t^M\right) P_t^C C_t + M_t + B_t - S_t D_t &= W_t N_t + \Pi_t - Tax_t - Tax_t^{DCol} \\ &\quad + M_{t-1} + (1+i_{t-1}) B_{t-1} - (1+i_{t-1}^D) S_t D_{t-1} \end{aligned} \tag{6}$$

Donde i_t es la tasa de interés nominal que los bonos del BC B_t pagan cada trimestre, W_t es la tasa salarial nominal, Π_t son las ganancias nominales, Tax_t son los impuestos de suma fija nominal netos de transferencias de suma fija nominales y Tax_t^{DCol} es la **recaudación** gubernamental de un impuesto (o subsidio) relacionado con la deuda externa del hogar. El último es la innovación principal de este documento en relación con Escudé (2013): aquí, el gobierno implementa un impuesto o esquema de impuesto/subsidio para influir en los flujos de capital desde/hacia el RM. Supongamos que tax_t^D es una tasa (alícuota) impositiva relacionada con la deuda externa del hogar (es decir, pasivos en moneda extranjera de los residentes locales que son activos de residentes en el RM). Se consideran dos conceptos de deuda externa relacionados pero diferentes: el primero es simplemente un **impuesto** sobre el **nivel** de la deuda externa del hogar (y, en este caso, utilizo tax_t^D como notación); el segundo es más complejo porque es un impuesto sobre los **aumentos en el nivel** de deuda externa y, simétricamente, un **subsidio** sobre las **cancelaciones** de deuda externa (y, en este caso, utilizo la notación $taxsub_t^D$ para distinguir el hecho que en este caso también es una tasa de subsidio). En la terminología utilizada abajo, se hace referencia a los aumentos (reducciones) en el nivel de la deuda externa como entradas (salidas) de capital. Esto no debería implicar ambigüedad alguna dado que, por razones de simplicidad, en este documento los hogares no tienen acceso a los activos externos. En consecuencia, hay dos formas posibles pero diferentes para la recaudación Tax_t^{DCol} en la restricción presupuestaria (nominal y real, respectivamente) del hogar durante el período t:

Forma 1 (nivel):

$$\begin{aligned} Tax_t^{DCol} &= tax_t^D S_t D_t, \\ tax_t^{DCol} &= tax_t^D e_t d_t. \end{aligned} \tag{7}$$

Forma 2 (cambio en el nivel):

$$\begin{aligned} Tax_t^{DCol} &= taxsub_t^D S_t \left(D_t - D_{t-1}\right), \\ tax_t^{DCol} &= taxsub_t^D e_t \left(d_t - \frac{d_{t-1}}{\pi_t^*}\right). \end{aligned} \tag{8}$$

donde la inflación de los bienes importados π_t^* es definida como:

$$\pi_t^* \equiv \frac{P_t^*}{P_{t-1}^*}.$$

Introduciendo (1) en (6) y dividiendo por P_t, la restricción presupuestaria real es:

$$\begin{aligned}\tau_M\left(\gamma_t^M\right)p_t^C C_t + m_t + b_t - e_t d_t &= w_t N_t + \frac{\Pi_t}{P_t} - tax_t - tax_t^{DCol} \\ &+ \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + (1+i_{t-1})\frac{b_{t-1}}{\pi_t} - (1+i_{t-1}^*)\phi_{t-1}^*\tau_D\left(\gamma_{t-1}^D, \gamma_{t-1}^R\right)e_t\frac{d_{t-1}}{\pi_t^*},\end{aligned} \tag{9}$$

donde tax_t^{DCol} puede adoptar una de las dos formas posibles ((7) o (8)), y los bonos reales del BC, el salario real, los impuestos de suma fija reales y la inflación interna son definidos como:

$$b_t \equiv \frac{B_t}{P_t}, \qquad w_t \equiv \frac{W_t}{P_t}, \qquad tax_t \equiv \frac{Tax_t}{P_t}, \qquad \pi_t \equiv \frac{P_t}{P_{t-1}}.$$

El término tax_t^{DCol} en (9) es el único cambio en la restricción presupuestaria real del hogar con respecto al modelo de base en Escudé (2013). Para simplificar, se supone que no hay inflación de bienes importados en el estado estacionario no-estocástico (EEN) ($\pi^* = 1$). En el caso de $taxsub_t^D$, si un shock genera un aumento temporario en la deuda externa del hogar d_t y en un determinado punto comienza a bajar (hasta que vuelve a alcanzar su valor EEN o de largo plazo), el gobierno primero recauda el impuesto (distorsivo) durante un tiempo y llegado un determinado momento comienza a devolverlo en forma de subsidio. Esto hace que el impuesto de suma fija que equilibra el déficit decline durante la fase inicial y suba durante la segunda fase para compensar el subsidio. Se presume en este documento que en el EEN tax^D o $taxsub^D$ son positivos e inferiores a la unidad.[2]

El hogar elige la secuencia $\{C_{t+j}, m_{t+j}, b_{t+j}, d_{t+j}, N_{t+j}\}_{j=0,\ldots,\infty}$ que maximiza (5), sujeto a su secuencia de restricciones presupuestarias (9) (y valores iniciales para las variables predeterminadas). En el caso de $taxsub_t^D$, el Lagrangiano es, por lo tanto:

$$\begin{aligned}E_t\sum_{j=0}^{\infty}\beta^j\Bigg\{&\frac{C_{t+j}^{1-\sigma^C}}{1-\sigma^C} - \xi\frac{N_{t+j}{}^{1+\sigma^N}}{1+\sigma^N} + \lambda_{t+j}\Bigg\{w_{t+j}N_{t+j} + \frac{\Pi_{t+j}}{P_{t+j}} + \frac{m_{t-1+j}}{\pi_{t+j}} \\ &+ (1+i_{t-1+j})\frac{b_{t-1+j}}{\pi_{t+j}} - \tau_M\left(\frac{m_{t+j}}{p_{t+j}^C C_{t+j}}\right)p_{t+j}^C C_{t+j} - m_{t+j} - b_{t+j} \\ &- \left[(1+i_{t-1+j}^*)\phi_{t-1+j}^*\tau_D\left(\frac{e_{t-1+j}d_{t-1+j}}{Y_{t-1+j}}, \frac{e_{t-1+j}r_{t-1+j}}{Y_{t-1+j}}\right) - taxsub_{t+j}^D\right] \\ &\times e_{t+j}\frac{d_{t-1+j}}{\pi_{t+j}^*} + \left(1 - taxsub_{t+j}^D\right)e_{t+j}d_{t+j} - tax_{t+j}\Bigg\}\Bigg\},\end{aligned}$$

donde (9) fue reacomodada reuniendo los términos en d_t y d_{t-1}, respectivamente (después de insertar (8)). $\beta^j\lambda_{t+j}$ son los multiplicadores de Lagrange, y se los puede

[2] El caso especial $tax^D = 0$ o $taxsub_t^D = 0$ es el modelo de Escudé (2013).

interpretar como la utilidad marginal del ingreso real.[3] En el caso simple de tax_t^D, el único cambio es que (además de sustituir tax_t^D por $taxsub_t^D$) el término del impuesto dentro de los corchetes desaparece.

Para ambas formas de impuesto sobre la deuda externa, las condiciones de primer orden para un óptimo para las variables C, m, b y N son exactamente las mismas que aparecen en el trabajo de base:

$$\begin{aligned} C_t &: \quad C_t^{-\sigma^C} = \lambda_t p_t^C \varphi_M \left(m_t / p_t^C C_t\right) && (10) \\ m_t &: \quad \lambda_t \left[1 + \tau_M' \left(m_t / p_t^C C_t\right)\right] = \beta E_t \left(\lambda_{t+1} / \pi_{t+1}\right) && (11) \\ b_t &: \quad \lambda_t = \beta \left(1 + i_t\right) E_t \left(\lambda_{t+1} / \pi_{t+1}\right) && (12) \\ N_t &: \quad \xi N_t^{\sigma^N} = \lambda_t w_t && (13) \end{aligned}$$

Solo la condición de primer orden para d_t se ve afectada por la introducción del control a los flujos de capital y difiere para los dos casos:

Forma 1 (nivel):

$$\lambda_t \left(1 - tax_t^D\right) e_t = \beta (1 + i_t^*) \phi_t^* E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1} e_{t+1}}{\pi_{t+1}^*} \left[\varphi_D \left(\frac{e_t d_t}{Y_t}, \frac{e_t r_t}{Y_t} \right) \right] \right\} \tag{14}$$

Forma 2 (cambio en el nivel):

$$\begin{aligned} &\lambda_t \left(1 - taxsub_t^D\right) e_t && (15) \\ &= \beta (1 + i_t^*) \phi_t^* E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1} e_{t+1}}{\pi_{t+1}^*} \left[\varphi_D \left(\frac{e_t d_t}{Y_t}, \frac{e_t r_t}{Y_t} \right) - taxsub_{t+1}^D \right] \right\} \end{aligned}$$

En (10) y en las últimas dos expresiones, las funciones auxiliares φ_M y φ_D que fueron introducidas por conveniencia se definen de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \varphi_D \left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right) &\equiv \tau_D \left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right) + \gamma_t^D \tau_{D,\gamma^D}' \left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right), && (16) \\ \varphi_M \left(\gamma_t^M\right) &\equiv \tau_M \left(\gamma_t^M\right) - \gamma_t^M \tau_M' \left(\gamma_t^M\right), \end{aligned}$$

donde $\tau_{D,\gamma^D}' \left(\gamma_t^D, \gamma_t^R\right)$ representa la derivada parcial de τ_D con respecto a γ_t^D. Tal como en Escudé (2013), al combinar (11) y (12) se obtiene la función de demanda de efectivo:

$$m_t = \mathcal{L} \left(1 + i_t\right) p_t^C C_t, \tag{17}$$

donde $\mathcal{L}\,(.)$ se define como:

$$\mathcal{L} \left(1 + i_t\right) \equiv \left(-\tau_M'\right)^{-1} \left(1 - \frac{1}{1 + i_t}\right), \tag{18}$$

y es estrictamente decreciente, ya que $\mathcal{L}' \left(1 + i_t\right) = \left[-\tau_M''(\mathcal{L}\left(1 + i_t\right)) \left(1 + i_t\right)^2\right]^{-1} < 0$. Suponiendo que el BC siempre satisface la demanda de efectivo, (17) es, por lo tanto, "la condición de despeje del mercado de efectivo".

[3] Hay aquí implícita una condición de ausencia de juego de Ponzi que genera la condición de transversalidad $\lim_{t \to \infty} \beta^t d_t = 0$ que impide que los hogares incurran en juegos de Ponzi.

Si se utilizar (10) para eliminar λ_t de (12) y (13) se obtiene la ecuación de Euler y la oferta de trabajo del hogar, respectivamente:

$$\frac{C_t^{-\sigma^C}}{\varphi_M\left(m_t/p_t^C C_t\right)} = \beta\left(1+i_t\right)E_t\left(\frac{C_{t+1}^{-\sigma^C}}{\varphi_M\left(m_{t+1}/p_{t+1}^C C_{t+1}\right)}\frac{1}{\pi_{t+1}^C}\right), \tag{19}$$

$$N_t = \left(\frac{w_t}{\xi p_t^C C_t^{\sigma^C}\varphi_M\left(m_t/p_t^C C_t\right)}\right)^{\frac{1}{\sigma^N}}, \tag{20}$$

donde en el primero, $\pi_t^C \equiv P_t^C/P_{t-1}^C$ es el índice bruto de inflación de la canasta de bienes de consumo, y se utiliza la identidad $p_t^C/p_{t-1}^C = \pi_t^C/\pi_t$.

Finalmente, la definición del TCR en (2) da la identidad $e_t/e_{t-1} = \delta_t\pi_t^*/\pi_t$, donde $\delta_t \equiv S_t/S_{t-1}$ es la tasa de depreciación nominal de la moneda doméstica. Por lo tanto, (15) puede escribirse de la siguiente manera:

$$1 = \beta(1+i_t^*)\phi_t^* E_t\left\{\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}\right)\left(\frac{\varphi_D\left(\gamma_t^D,\gamma_t^R\right) - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right)\right\}.$$

Al elimir β y utilizar (12) se obtiene:

$$\begin{aligned}&\left(1+i_t\right)E_t\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}\right)\\ =\ &(1+i_t^*)\phi_t^* E_t\left\{\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}\right)\left(\frac{\varphi_D\left(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t\right) - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right)\right\}.\end{aligned}$$

Si se usa el hecho de que el valor esperado del producto de dos variables aleatorias es el producto de los valores esperados más la covarianza de las dos variables se obtiene:

$$\begin{aligned}&\left(1+i_t\right)E_t\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}\right)\\ =\ &(1+i_t^*)\phi_t^*\left\{\begin{array}{l} E_t\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}\right)E_t\left(\frac{\varphi_D(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t) - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right)\\ +Cov_t\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{t+1}}, \frac{\varphi_D(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t) - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right)\end{array}\right\}.\end{aligned}$$

Por lo tanto, en una aproximación de primer orden es posible ignorar el término de la covarianza, y la ecuación de la paridad no cubierta de interés (PNI) ajustada por riesgo es simplemente:

$$\begin{aligned}1+i_t &= (1+i_t^*)\phi_t^* E_t\left(\frac{\varphi_D\left(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t\right) - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right)\\ &= (1+i_t^*)\phi_t^* E_t\left[\left(1+\frac{\overline{\varphi}_D\left(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t\right) - \Delta taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\right)\delta_{t+1}\right]\end{aligned} \tag{21}$$

donde en la segunda igualdad, se utiliza $\varphi_D\left(.\right) \equiv 1+\overline{\varphi}_D(.)$. Hay que tener en cuenta que un aumento en $taxsub_t^D$ tiene el efecto de aumentar la tasa de interés doméstica (*ceteris paribus*), mientras que un aumento inesperado en el período siguiente tiene el efecto opuesto. Por consiguiente, si $taxsub_t^D$ aumenta inicialmente y se espera que luego decrezca, ambos tienen el efecto de aumentar la tasa de interés doméstica (*ceteris paribus*). En el caso del impuesto simple sobre el nivel de deuda, para una aproximación de primer orden la ecuación de PNI es:

$$\begin{aligned} 1+i_t &= (1+i_t^*)\phi_t^* \left(\frac{\varphi_D\left(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t\right)}{1-tax_t^D} \right) E_t \delta_{t+1} \\ &= (1+i_t^*)\phi_t^* \left(1+ \frac{\overline{\varphi}_D\left(e_t d_t/Y_t, e_t r_t/Y_t\right)+tax_t^D}{1-tax_t^D} \right) E_t \delta_{t+1}. \end{aligned} \tag{22}$$

El sector público

El sector público incluye al Gobierno y al BC. El BC emite efectivo (M_t) y bonos en moneda doméstica (B_t) y mantiene reservas internacionales (R_t) bajo la forma de bonos libres de riesgo denominados en moneda extranjera emitidos por el RM. El BC provee el monto de efectivo requerido por los hogares y puede influir sobre estos montos cambiando R_t o B_t, es decir, interviniendo en el mercado cambiario o el mercado de bonos en moneda doméstica. Se supone que los bonos del BC sólo pueden estar en mano de los residentes domésticos y que el BC transfiere su superávit cuasifiscal a (o hace que su déficit cuasifiscal sea financiado por) el gobierno en cada período, manteniendo su patrimonio en cero en cada período.[4] Por lo tanto, el balance del BC para todo t es:

$$m_t + b_t = e_t r_t. \tag{23}$$

El Gobierno gasta en bienes, recibe el superávit cuasifiscal (o financia el déficit cuasifiscal) del BC y recauda impuestos. Se supone que la política fiscal consta de una trayectoria autoregresiva exógena para los gastos reales del Gobierno como fracción (bruta) (G_t) del consumo privado $\tau_M\,(.)\,p_t^C C_t$, la recaudación de los impuestos sobre los flujos de capital privado y la recaudación de los impuestos de suma fija que se necesiten para equilibrar el presupuesto en cada período. Por consiguiente, la restricción presupuestaria flujo del sector público en términos reales es:

$$tax_t = (G_t - 1)\,\tau_M\left(m_t/p_t^C C_t\right) p_t^C C_t - qf_t - tax_t^{DCol}, \tag{24}$$

donde el superávit cuasifiscal real incluye intereses sobre los activos del BC y las ganancias o pérdidas de capital sobre las reservas internacionales del BC:

$$qf_t = \left[\left(1+i_{t-1}^*\right) - 1/\delta_t\right] e_t \frac{r_{t-1}}{\pi_t^*} - \left[(1+i_{t-1}) - 1\right] \frac{b_{t-1}}{\pi_t}, \tag{25}$$

y el valor real en moneda doméstica de la recaudación impositiva relacionada con los flujos de capital es (7) o (8).

Como la descripción del resto del modelo es exactamente la misma que la de Escudé (2013), se la ha relegado al Apéndice A.

[4] Ver Escudé (2013) para más detalles.

Formas funcionales de las funciones auxiliares

Las formas funcionales utilizadas para las funciones de prima de riesgo endógena y de costos de transacción son las mismas que en Escudé (2013):

$$\tau_D\left(\gamma_t^D,\gamma_t^R\right) \equiv \tau_t^D = 1+\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R}, \qquad \alpha_1,\alpha_2,\alpha_3>0, \tag{26}$$

$$\tau_M\left(\gamma_t^M\right) \equiv \tau_t^M = 1+\frac{\beta_1}{\left(1+\beta_2\gamma_t^M\right)^{\beta_3}}, \qquad \beta_1,\beta_2,\beta_3>0, \tag{27}$$

y, de acuerdo con las definiciones (16), esto implica:

$$\begin{aligned}\varphi_D\left(\gamma_t^D,\gamma_t^R\right) &\equiv \varphi_t^D = 1+\left(\tau_t^D-1\right)\left(1+\frac{\alpha_2\gamma_t^D}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R}\right), \\ \varphi_M\left(\gamma_t^M\right) &\equiv \varphi_t^M = 1+\left(\tau_t^M-1\right)\left(1+\beta_3\frac{\beta_2\gamma_t^M}{1+\beta_2\gamma_t^M}\right).\end{aligned} \tag{28}$$

Por razones de conveniencia, se definieron las funciones **netas** respectivas como:

$$\begin{aligned}\overline{\tau}_D(.) &= \tau_D(.)-1, \qquad \overline{\varphi}_D(.)=\varphi_D(.)-1 \\ \overline{\tau}_M(.) &= \tau_M(.)-1, \qquad \overline{\varphi}_M(.)=\varphi_M(.)-1.\end{aligned} \tag{29}$$

Las elasticidades parciales de $\overline{\tau}_D$ y $\overline{\tau}_M$ (utilizadas abajo en las calibraciones) son, respectivamente:

$$\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1,t}} = \frac{\alpha_2\gamma_t^D}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R}, \qquad \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2,t}} = \frac{-\alpha_3\gamma_t^R}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R} \tag{30}$$

$$\varepsilon_{\overline{\tau}_{M,t}} = \beta_3\frac{\beta_2\gamma_t^M}{1+\beta_2\gamma_t^M}. \tag{31}$$

Finalmente, la función de preferencia de liquidez (18) que deriva de (27) es:

$$\frac{m_t}{p_t^C C_t} \equiv \gamma_t^M = \mathcal{L}\left(1+i_t\right) \equiv \frac{1}{\beta_2}\left[\left(\frac{\beta_1\beta_2\beta_3}{1-\frac{1}{1+i_t}}\right)^{\frac{1}{\beta_3+1}}-1\right].$$

La calibración de los parámetros y el estado estacionario no-estocástico

En esta sección se muestran los parámetros calibrados que se utilizan en los ejercicios que aparecen abajo; a su vez, el procedimiento de calibración utilizado sólo se detalla en tanto difiera con el trabajo de origen. Dado que la única extensión en este trabajo es que hay un impuesto o bien un esquema de impuesto /subsidio relacionado con la deuda externa (incluso en el EEN), el resto de las calibraciones son las mismas que las de Escudé (2013), trabajo que puede ser consultado por el lector interesado. Vale la pena subrayar que, aunque se han utilizado datos de Argentina para algunas calibraciones, el objetivo principal ha sido tener una economía EPA calibrada similar en muchos aspectos a las citadas en la bibliografía más citada (por ejemplo, Galí y Monacelli 2005 y De Paoli 2006) pero dotada de innovaciones que permitan un uso sistemático y simultáneo de reglas de política de tasa de interés y depreciación nominal.

Las siguientes igualdades se obtienen inmediatamente de las versiones de EEN de varias de las ecuaciones:[5]

$$er/Y = \gamma^R, \quad \pi = \pi^C = \pi^T, \quad \delta = \pi^T/\pi^*, \quad \pi^* = \pi^{*X} = p^* = 1, \quad 1 + i = \pi^T/\beta. \tag{32}$$

La Tabla 1 resume los valores calibrados de los parámetros principales del modelo junto con algunas comparaciones con los valores de los parámetros utilizados en otros modelos de EPA y los valores EEN calibrados de algunas variables endógenas (o ratios de variables endógenas).[6].

Tabla 1

Parámetros		**Aquí**	**G-M**	**De P**
β	Factor de descuento intertemporal	0.99	0.99	0.99
σ^C	Aversión al riesgo relativa bienes	1.5	1	1
σ^N	Aversión al riesgo relativa trabajo	0.5	3	0.47
α	Probabilidad de no ajustar precio	0.66	0.75	0.66
θ	E.S. entre bienes domésticos	6	6	10
θ^C	E.S. entre bienes importados	1.5	1	3
a_D	Coef. de participación bienes domésticos	0.86	0.6	0.6
b^A	Coef. en función producción *commodities*	0.5	1	
$\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}$	Elasticidad de $\overline{\tau}_D(ed/Y, er/Y)$	10		
$\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}$	Elasticidad de $\overline{\tau}_D(ed/Y, er/Y)$	0		
$\varepsilon_{\mathcal{L}}$	Elasticidad de $\mathcal{L}(1+i)$	1.02		
Valores EEN de variables endógenas o ratios				
Y	PIB	1.443		
G	Consumo privade a Gasto Gob.	1.19		
π^T	Meta de inflación	1.015		
γ^D	Deuda externa a PIB Hogares	0.5		
γ^R	Reservas internac. BC a PIB	0.13		
m/Y	Efectivo a PIB de Hogares	0.08		
π^*	Inflación bienes exportación de RM	1		
$1+i^*$	Tasa de interés de RM	$1.03^{0.25}$		
ϕ^*	Prima liquidez/riesgo RM exógena	$1.005^{0.25}$		

Los errores estándar y los parámetros de persistencia utilizados para las seis variables de shock aparecen en la Tabla 2. Se los calibró teniendo en cuenta las series de tiempo disponibles para Argentina y el resto del mundo durante el período comprendido entre 1994.1 y 2009.2: consumo público en relación con el PIB en el caso de σ^G, inflación de bienes importados y exportados ya que conforman los TIX de Argentina, en los casos de σ^{π^*} y $\sigma^{\pi^{**}}$, tasa Libor a 3 meses en el caso de σ^{i^*} e información de la balanza de pagos sobre la deuda externa del sector privado y los pagos de intereses, así como el cálculo del autor del spread sobre la tasa Libor a 3 meses, en el caso de σ^{ϕ^*}. Los únicos casos en los que las desviaciones estándar se tomaron exactamente según los datos son los casos de σ^{i^*}, σ^{π}, y $\sigma^{\pi^{**}}$.

[5] Ver el conjunto completo de ecuaciones en el Apéndice B.

[6] 'E.S.' denota 'elasticidad de sustitución', G_M denota Galí and Monacelli (2005), y De P denota De Paoli (2006).

Tabla 2
Calibración de las variables de shock

Desvíos estándar		Parámetros de persistencia	
σ^{ϵ}	0.01	ρ^{ϵ}	0.8
σ^{G}	0.03	ρ^{G}	0.85
σ^{i^*}	0.0046	ρ^{i^*}	0.7
σ^{ϕ^*}	0.05	ρ^{ϕ^*}	0.3
σ^{π^*}	0.0295	ρ^{π^*}	0.2
$\sigma^{\pi^{**}}$	0.0424	$\rho^{\pi^{**}}$	0.41
		$\rho^{\pi^{*XN}}$	0.81

Las demás desviaciones estándar se calibraron tomando en cuenta tanto los datos (excepto por σ^{ϵ}) y la desviación estándar teórica y la descomposición de la varianza para el PIB resultantes con una calibración básica de (37) y (38): $h_1 = 0.8$, $h_2 = 0.8$, $k_4 = -0.8$, y el resto de los coeficientes iguales a cero. Esto implicó reducir la desviación estándar observada de G (desde 0,054 en una estimación AR(1) simple de la cual se tomó el valor para el parámetro de persistencia ρ^G), que parecía tener un peso demasiado fuerte en la volatilidad de Y, y aumentar la desviación estándar de ϕ^* (desde 0,0034), que parecía no tener suficiente peso en la misma.

Aparte de la introducción de la nueva regla simple de política ((39) abajo) y la ecuación de impuestos (ya sea (7) u (8)), la única ecuación que cambia con respecto al documento previo es la PNI ajustada por riesgo ((21) o (22)) la cual, utilizando (28) y (32) y manipulando da como resultado en el EEN:

Impuesto sobre el nivel de deuda:

$$\overline{\varphi}_D = \left(1 - tax^D\right) \frac{1}{\beta(1+i^*)\left(\phi^*/\pi^*\right)} - 1 \tag{33}$$

Impuesto sobre el cambio de deuda:

$$\overline{\varphi}_D = \left(1 - taxsub^D\right) \left(\frac{1}{\beta(1+i^*)\left(\phi^*/\pi^*\right)} - 1\right). \tag{34}$$

Es necesario calibrar los parámetros de la función de riesgo α_1, α_2 y α_3 en (26). En primer lugar, obsérvese que (30) da directamente:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} &= \alpha_2 \gamma^D \left(1 + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}\right) && (35) \\ \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}} &= -\alpha_3 \gamma^R \left(1 + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}\right) && (36) \end{aligned}$$

lo cual, dados los valores calibrados para las elasticidades y los ratios grandes, arroja:

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \frac{1}{\gamma^D} \frac{\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}}{1 + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}} \\ \alpha_3 &= \frac{1}{\gamma^R} \frac{-\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}}{1 + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} + \varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}}. \end{aligned}$$

Las ecuaciones (35) y (36) también implican:

$$
\begin{aligned}
1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}} &= \frac{1}{1-\alpha_2\gamma^D+\alpha_3\gamma^R}, \\
1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}} &= \frac{1+\alpha_3\gamma^R}{1-\alpha_2\gamma^D+\alpha_3\gamma^R},
\end{aligned}
$$

a partir de lo cual:

$$
\overline{\varphi}_D = \frac{\alpha_1\left(1+\alpha_3\gamma_t^R\right)}{\left(1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R\right)^2} = \alpha_1\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}\right)\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}\right).
$$

Por lo tanto, utilizando ya sea (33) o (34), el valor de α_1 adopta dos formas diferentes, de acuerdo con el supuesto sobre impuesto de controles de capital:

Impuesto sobre nivel de deuda:

$$
\alpha_1 = \frac{\left(1-tax^D\right)\left(\frac{1}{\beta(1+i^*)(\phi^*/\pi^*)}\right)-1}{\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}\right)\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}\right)}
$$

Impuesto sobre el cambio de deuda:

$$
\alpha_1 = \frac{\left(1-taxsub^D\right)\left(\frac{1}{\beta(1+i^*)(\phi^*/\pi^*)}-1\right)}{\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}\right)\left(1+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,1}}+\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}}\right)}.
$$

Con el fin de poder comparar de manera razonable las dos formas alternativas de controles de capital, se pueden calibrar sus valores EEN de modo tal que las variables no impositivas tengan los mismos valores de EEN. En particular, esto requiere que la prima de riesgo tenga el mismo valor en el EEN. Analizando (33) y (34), unos pocos cálculos algebraicos demuestran que para que éste sea el caso, la siguiente relación entre tax^D y $taxsub^D$ debe tener lugar:

$$
tax^D = taxsub^D\left[1-\beta(1+i^*)\left(\phi^*/\pi^*\right)\right].
$$

Políticas de tasa de interés, tipo de cambio y controles de capital

Como en Escudé (2013), en este trabajo, para estabilizar la macroeconomía de la EPA el BC utiliza ya sea I) reglas simples de política o II) control óptimo bajo compromiso e información completa. Las reglas simples de política pueden ser: Ia) simples y con coeficientes exógenos, o Ib) simples y con coeficientes óptimos. En el caso Ia), la regla simple de tasa de interés es una regla de retroalimentación, y las reglas simples respecto de la depreciación nominal y el impuesto/subsidio sobre flujos de capital pueden implicar o no retroalimentación. En el caso Ib), se supone que el BC obtiene los valores de los coeficientes en las reglas de política mediante la minimización de un promedio ponderado de las desviaciones cuadráticas de determinadas variables meta (endógenas) de sus valores de EEN. Cuando el BC utiliza la opción II) (es decir, políticas óptimas bajo compromiso e información completa), las reglas simples de política desaparecen y el BC obtiene las trayectorias para las metas intermedias (tasa de interés nominal, tasa de depreciación nominal) y la tasa del impuesto (o del impuesto/subsidio) mediante la minimización de una función intertemporal de pérdidas cuadráticas descontadas esperadas de las variables meta.

En Escudé (2013) se demostró que cuando las variables meta son la tasa de inflación, el PIB y el TCR, "siempre" es mejor usar dos reglas de política en lugar de uno de los dos regímenes de "esquina" de Tipo de Cambio Flotante -TCF- o Tipo de Cambio Reptante -TCRep- (que también puede denominarse régimen de Tasa de Interés Flotante -TIF-). En el régimen de TCF, el BC se abstiene de intervenir en el mercado de cambios (FX) y tiene una meta intermedia para la tasa de interés nominal, mientras que en el régimen de TCRep, el BC se abstiene de intervenir en el mercado de bonos en moneda doméstica y tiene una meta intermedia para la tasa de depreciación nominal. A su vez, en el régimen de Tipo de Cambio Administrado -TCA-, existen dos reglas simples: una para la tasa de interés nominal y la otra para la tasa de depreciación nominal de la moneda. El resultado fue que "siempre" era mejor usar el régimen de TCA, en el sentido de que el BC obtiene menores pérdidas en el marco de este régimen respecto de cualquier conjunto de preferencias del BC sobre estabilización de la inflación, el PIB, o el TCR. El motivo de esta ganancia al utilizar dos reglas es que, de ese modo, el BC puede explotar mejor los flujos de capital privados para sus fines de estabilización, dado que estos flujos son determinados conjuntamente (y principalmente) por la condición de Paridad No-cubierta de Interés (PNI) ajustada por riesgo y sus reglas de política. Determinar ambos extremos de la ecuación PNI por medio de los objetivos operacionales en las dos reglas de política tiene un efecto crucial sobre el ratio deuda externa/PIB, que se supone que determina la evaluación de riesgos de los inversores extranjeros y, por lo tanto, la cuña entre la tasa de interés doméstica y la tasa esperada de depreciación de la moneda.

Este trabajo parte desde ese punto y explora los efectos de agregar una regla de política adicional, que involucra la forma particular de dispositivo para los "controles de capital" (tax_t^D o $taxsub_t^D$) que se presentó en las secciones anteriores. Como se mostró más arriba, un impuesto sobre la deuda externa o un esquema de impuesto/subsidio sobre los flujos de capital privado se convierte en parte integrante de la ecuación de PNI ajustada por riesgo. Por ello, si el BC cuenta con una regla de política para determinar el nivel de estos impuestos o impuestos/subsidios, tiene un instrumento adicional que puede afectar los flujos de capital privado. Con los mismos métodos utilizados en el documento anterior, en este documento se muestra que, por lo general, es óptimo utilizar 3 reglas de política en lugar de 2 o 1, y por los mismos motivos. Por lo tanto, la Trinidad de políticas de tasa de interés, tipo de cambio y controles de capital en la EPA no sólo es Posible, sino que también es Óptima.[7]

En el régimen de TCA el BC, a través de sus intervenciones regulares y sistemáticas en los mercados de bonos en moneda doméstica (o de "dinero") y de tipo de cambio, tiene la finalidad de lograr dos metas operacionales: una para la tasa de interés i_t y la otra para la tasa de depreciación nominal δ_t. Cuando existen reglas simples de política, el BC puede utilizar metas operacionales para i_t y δ_t que respondan a los desvíos de la tasa de inflación del consumo (π_t^C), del PIB (Y_t)

[7]Sin embargo, se muestra más abajo que en el caso Ramsey sólo es marginalmente mejor usar las tres variables de control en lugar de solamente la tasa de interés y la tasa de impuesto/subsidio.

y/o del TCR (e_t) de sus respectivos niveles EEN. La tasa de depreciación nominal puede además responder a los desvíos del ratio de reservas internacionales del BC respecto del PIB a partir de una meta a largo plazo (γ^R). En este trabajo existe una regla de política adicional que determina el impuesto o impuesto/subsidio relacionado con la deuda externa, que en principio puede responder a las mismas tres variables meta básicas que las reglas anteriores. Pero se consideró conveniente ser un poco más específico y hacerla responder también a las desviaciones en el shock de riesgo/liquidez exógeno ϕ_t^*, dado que esta variable de shock afecta de forma directa la ecuación PNI y que tales shocks son empíricamente importantes para las economías de mercado emergentes. También puede existir una dependencia histórica (o inercia) en cualquiera de las reglas de retroalimentación por medio de la presencia de la variable meta operacional rezagada. Por ello, las reglas simples en el caso de tax_t^D son las siguientes:[8]

$$\frac{1+i_t}{1+i} = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+i}\right)^{h_0} \left(\frac{\pi_t^C}{\pi_t^T}\right)^{h_1} \left(\frac{Y_t}{Y}\right)^{h_2} \left(\frac{e_t}{e}\right)^{h_3} \tag{37}$$

$$\frac{\delta_t}{\delta} = \left(\frac{\delta_{t-1}}{\delta}\right)^{k_0} \left(\frac{\pi_t^C}{\pi_t^T}\right)^{k_1} \left(\frac{Y_t}{Y}\right)^{k_2} \left(\frac{e_t}{e}\right)^{k_3} \left(\frac{\gamma_t^R}{\gamma^R}\right)^{k_4} \tag{38}$$

$$\frac{tax_t^D}{tax^D} = \left(\frac{tax_{t-1}^D}{tax^D}\right)^{j_0} \left(\frac{\pi_t^C}{\pi_t^T}\right)^{j_1} \left(\frac{Y_t}{Y}\right)^{j_2} \left(\frac{e_t}{e}\right)^{j_3} \left(\frac{\phi_t^*}{\phi^*}\right)^{j_4}. \tag{39}$$

Cualquiera (o cualesquiera dos) de estas reglas simples pueden reemplazarse por una ecuación correspondiente que simplemente mantenga una variable endógena correspondiente en su valor EEN. Como en Escudé (2013), en el caso de las primeras dos de estas reglas de política, el instrumento (b_t y r_t) que el BC utiliza (con alta frecuencia) para lograr la meta operacional respectiva (para i_t o δ_t) es variable endógena. Por ello, cuando el BC se abstiene de intervenir en el mercado de bonos o en el mercado cambiario, mantiene constante el instrumento correspondiente. En particular, cuando existe un régimen de TCF, la segunda de las reglas simples anteriores debe reemplazarse por una ecuación que mantenga el acervo de reservas en moneda extranjera del BC constante en el nivel de EEN ($r_t = r$). Y cuando existe un régimen de TCRep, la primera de las reglas simples antes indicadas se reemplaza por una ecuación que mantenga el acervo de bonos en moneda doméstica del BC constante en el nivel de EEN ($b_t = b$). En este trabajo, existe la posibilidad adicional de que el gobierno (que se supone que en general coordina con el BC) se abstenga de usar controles de capital en forma activa. En ese caso, la tercera regla de política simple anterior se reemplaza por la ecuación que mantiene tax_t^D (o, $taxsub_t^D$, que a los fines de la brevedad no se repite más abajo) en su nivel EEN.

Specifically, when there is a FER regime, the second of the above simple rules must be replaced by an equation that keeps the stock of CB foreign currency reserves constant at the NSS level ($r_t = r$). And when there is a PER regime, the first of the above simple rules is replaced by an equation that keeps the stock of CB domestic currency bonds constant at the NSS level ($b_t = b$). In the present

[8] Las variables sin un subíndice de tiempo denotan valores de EEN. En el caso del impuesto/subsidio simplemente se reemplaza tax_t^D por $taxsub_t^D$.

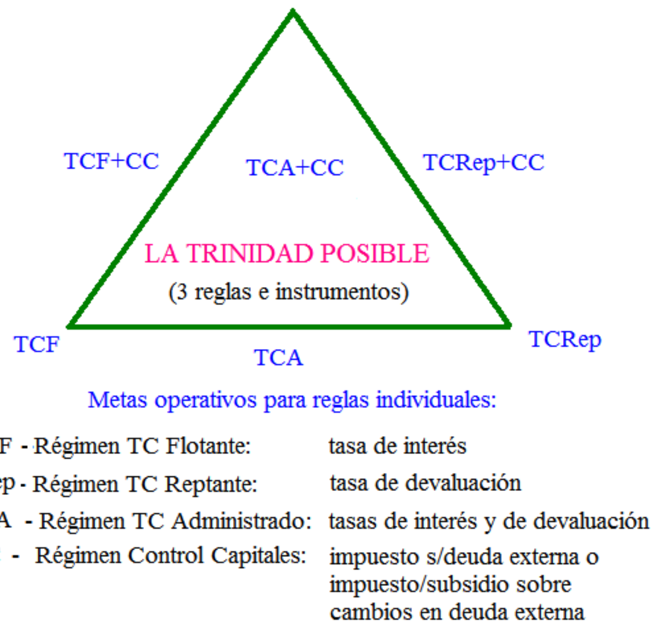
paper, there is the additional possibility that the government (assumed to generally coordinate with the CB) abstain from actively using capital controls. In that case, the third simple policy rule above is replaced by the equation that keeps tax_t^D (or, $taxsub_t^D$, which for succinctness is not repeated below) at its NSS level. Por ello, las tres ecuaciones sustitutivas posibles son, respectivamente:

$$b_t = b, \qquad r_t = r, \qquad tax_t^D = tax^D. \tag{40}$$

Como ilustra la Figura 2, existen siete “regímenes de política” posibles, que corresponden a las siete “caras” del triángulo (o 2-simplex). Los tres *vértices* (0-caras) del triángulo representan las políticas “puras” en las que existe una sola regla, y por lo tanto las otras dos se reemplazan por las sustitutas. Los tres *bordes* (1-caras) del triángulo representan los tres regímenes de política en los cuales operan dos de las reglas y la tercera se reemplaza por la sustituta. Y el *interior* (2-cara) del triángulo representa el caso en el cual se utilizan las tres reglas (la Trinidad Posible). Este último régimen de política se denomina Tipo de Cambio Administrado con Controles de Capital (TCA+CC).

El borde inferior del triángulo (incluidos los dos vértices) representa los tres regímenes de política estudiados en Escudé (2013) (en los que no había controles de capital). Estos tres regímenes mantienen a tax_t^D constante en su nivel EEN (que en el trabajo previo no estaba definido pero que en este trabajo puede ser cero o positivo). El régimen de TCA utiliza las primeras dos de las reglas simples de política antes mencionadas y reemplaza la tercera regla de política por $tax_t^D = tax^D$. A diferencia del régimen de TCA, el régimen de Tipo de Cambio Flotante (TCF) además reemplaza la segunda regla de política por $r_t = r$, y el régimen de Tipo de Cambio Reptante (TCRep), en cambio, reemplaza además la primera regla de política por $b_t = b$. El borde izquierdo superior del triángulo (régimen de TCF+CC) agrega la regla de controles de capital a la regla de tasa de interés, y el borde derecho superior del triángulo (régimen de TCRep+CC) agrega la regla de controles de capital a la regla de tasa de depreciación nominal.

Figura 2
Los 7 regímenes de tasa de interés, tasa de depreciación y controles de capital
vértices: 1 regla e instrumento
bordes: 2 reglas e instrumentos
interior: 3 reglas e instrumentos



El vértice superior del triángulo es la política que solamente utiliza la regla de controles de capital y mantiene los dos instrumentos habituales constantes en sus niveles de EEN. Muchos pueden encontrar sorprendente que semejante regla de política logre fácilmente que el modelo cumpla con las condiciones Blanchard-Kahn respecto de estabilidad y determinación. De hecho, utilizando las calibraciones detalladas en Escudé (2013) y en la Sección 3 más arriba, y partiendo de la regla de política simple básica que se define en la segunda columna de la Tabla 3, cada coeficiente puede variar individualmente dentro de los intervalos (sumamente amplios) dados por la tercera columna sin que dejen de cumplirse las condiciones Blanchard-Kahn.[9]

Hasta ahora se han considerado reglas simples de política, ya sea que sus coeficientes se dieran de manera exógena o fueran óptimos en el sentido de que representan el mínimo de la función de pérdida ad hoc del BC. El último caso se maneja por medio del comando de Dynare para reglas simples óptimas ("osr"). En el caso de política óptima bajo compromiso no hay reglas simples de política, las ecuaciones correspondientes desaparecen del modelo y, por lo tanto, hay más variables endógenas que ecuaciones del sistema. Las trayectorias para las variables endógenas que carecen de ecuación (el conjunto o un subconjunto no vacío de las tres metas intermedias) se obtienen como soluciones para el problema del control óptimo en el cual el BC minimiza la suma descontada esperada de todas las pérdidas (presentes

[9] Sólo se informan valores del j_k hasta 100 en valor absoluto, pero los valores negativos pueden ser mucho más altos en valor absoluto.

y) futuras. Este caso se maneja por medio del comando de Dynare “ramsey”. Se debe elegir la combinación adecuada de “instrumentos” (es decir, las variables de control cuyas trayectorias se obtienen como óptimas para el problema de control óptimo), y se debe introducir la(s) ecuación(es) sustituta(s) correspondiente(s) para aquéllas de las tres variables de “instrumentos” posibles que no se utilizan como tales. Por ejemplo, para resolver el modelo para el régimen de TCA+CC en el marco de “ramsey” usando Dynare, se debe utilizar la opción “instrumentos=(ii,delta,taxsubD)” del comando “ramsey” y las tres reglas simples meramente se eliminan (sin ecuación sustituta). Pero para los otros 6 regímenes de política al menos uno de estos instrumentos no se utiliza. En particular, para el régimen de TCF+CC, la opción que se debe usar es “instrumentos=(ii,taxsubD)”, la primera y la tercera regla simple se deben eliminar (sin ecuación sustituta) y la segunda regla de política se debe reemplazar por $r_t = r$. En forma análoga, para el régimen de TCRep+CC, la opción que se debe usar es “instrumentos=(delta,taxsubD)”, la segunda y tercera regla simple se deben eliminar (sin ecuación sustituta) y la primera regla de política se debe reemplazar por $b_t = b$. Como ejemplo de los tres regímenes de política en los que sólo se utiliza un instrumento, tomemos el caso del régimen de CC. En este caso, la opción que se debe usar es “instrumentos=(taxsubD)”, la tercera regla simple se elimina (sin ecuación sustituta) y las primeras dos reglas de política se reemplazan por $b_t = b$ y $r_t = r$.

Tabla 3
Regla de política simple CC
Rangos de estabilidad BK para los coeficientes individuales

Coeficiente	**Vlor base**	**Rango de estabilidad**
j_0	1.5	-100 a -1.85 $\cup$ 1.001 a 100
j_1	-1.5	-100 a 33
j_2	-1.5	-100 a 7
j_3	-1.5	-100 a 12
j_4	0.0	-100 a 100

Debe quedar claro que en el caso del problema Ramsey, la política óptima en el marco de cualquiera de los seis regímenes de “frontera” no puede dominar la regla óptima en el marco de régimen de TCA+CC debido al hecho de que en cualquiera de tales regímenes el gobierno se impone a sí mismo al menos una restricción adicional (se “ata las manos”), y por lo tanto, renuncia al uso de una o más de sus potenciales variables de “control” y, en cambio, utiliza una o más de la ecuaciones sustitutas posibles. Por el mismo motivo, la pérdida óptima para una política de “vértice” (uno de los vértices del triángulo) no puede ser mayor que la pérdida óptima para una política de “borde” (uno de los lados del triángulo) que tiene ese vértice como uno de sus extremos. Por ello, aquí existe una jerarquía clara: la pérdida óptima para el régimen de TCA+CC es menor o igual que la pérdida óptima de los regímenes de TCA, TCF+CC, o TCRep+CC (sus bordes), la pérdida óptima del régimen de TCA es menor o igual que la pérdida óptima de los regímenes de TCF o TCRep (sus vértices), la pérdida óptima del régimen de TCF+CC es menor o igual que la pérdida óptima de los regímenes de TCF o CC (sus vértices), y la pérdida óptima del régimen de TCRep+CC es menor o igual que la pérdida óptima de los regímenes de TCRep o CC (sus vértices). Lo interesante es la medida en la que un instrumento adicional reduce la pérdida, el ranking de las pérdidas dentro de los tres bordes y dentro de los tres vértices, y cómo las pérdidas relativas varían con diferentes preferencias (o "estilos") del banco central.

Tabla 4
Régimen de TCA con reglas simples de política

Reglas simples de política				**Resultados**		
Valores de coeficientes				**Variable**	**Media**	**Desv.Est.**
h_0	1.3	k_0	-0.2	piC	1.015	0.0091
h_1	2.1	k_1	-0.4	Y	1.443	0.0748
h_2	-0.01	k_2	0.1	e	0.5951	0.0404
h_3	0.05	k_3	-0.3	ii	1.0253	0.0157
		k_4	-0.1	delta	1.015	0.0675
				d	1.2124	0.323
				gammaD	0.5	0.1173
				varphiD	1.0013	0.006
				taxsubD	0.1	0

El rol de un impuesto/subsidio en los flujos de entrada /salida de capital en la estabilización

Ilustración preliminar de los efectos de introducir controles de capital a través de reglas simples de política

En primer lugar, ilustraremos de qué manera la introducción de un esquema de impuesto/subsidio variable sobre flujos de capital puede lograr metas de estabilización, con lo que queremos significar una reducción de el desvío estándar (d.e.) de determinadas variables meta. Supongamos que inicialmente hay un régimen de TCA con las reglas simples de política definidas en las primeras cuatro columnas de la Tabla 4. La ejecución del modelo da como resultado los d.e. que se muestra en la última columna para algunas de las variables meta típicas (π_t^C, Y_t, e_t), variables meta intermedia (i_t, δ_t), y tres variables relacionadas con la deuda externa de los hogares (d, γ^D, φ^D). Puesto que taxsubD no se usa como un instrumento en el régimen de TCA, su d.e. es cero.

El modelo luego se ejecutó utilizando un régimen de TCA+CC que tiene las mismas dos reglas de política que el régimen de TCA y una regla simple de política adicional para el esquema de impuesto/subsidio que se muestra en las columnas 5 y 6 de la Tabla 5. Esta tabla muestra que el d.e. de la inflación del consumo se ha reducido un 37,4%, mientras que los d.e. del PIB y del TCR aumentaron ambos un 5,2%.

Tabla 5
Régimen de TCA+CC con reglas simples de política

Reglas simples de política						Resultads			Cambio %
Valores de coeficientes						Variable	Media	Desv. Est.	vs. TCA
h_0	1.3	k_0	-0.2	j_0	0.5	piC	1.015	0.0057	-37.4%
h_1	2.1	k_1	-0.4	j_1	-0.2	Y	1.443	0.0787	+5.2%
h_2	-0.01	k_2	0.1	j_2	0.0	e	0.5951	0.0425	+5.2%
h_3	0.05	k_3	-0.3	j_3	0.0	ii	1.0253	0.0121	-22.9%
		k_4	-0.1	j_4	-0.03	delta	1.015	0.0499	-26.1%
						d	1.2124	0.4603	+42.5%
						gammaD	0.5	0.186	+58.6%
						varphiD	1.0013	0.0095	+58.3%
						taxsubD	0.1	0.1694	$+\infty$%

Los d.e. para las dos metas operacionales en el régimen de TCA (la tasa de interés nominal y la tasa de depreciación nominal) se redujeron un 22,9% y 26,1%, respectivamente. Por supuesto, esto se logró mediante un aumento al infinito del d.e. para taxsubD (puesto que era nula bajo el régimen de TCA y ahora es positiva), y los d.e. para d, γ^D y φ^D un 42,5%, 58,6% y 58,3%, respectivamente.

Las Figuras 3 y 4 muestran las Funciones de Respuesta a Impulso (FRI) que corresponden a una reducción sorpresiva en la prima de riesgo/liquidez exógena. Bajo el régimen de TCA, el shock de liquidez induce a los hogares a aprovechar los fondos más económicos y de ese modo aumentar su deuda externa inmediatamente y aumentar su consumo. Sin embargo, el shock también genera una apreciación real, lo que hace disminuir las exportaciones. Este efecto negativo predomina sobre el aumento del consumo, por lo cual el PIB cae. La Figura 4 muestra las FRI luego de la introducción del esquema de impuesto/subsidio (y por lo tanto se tiene un régimen de TCA+CC). Se observa que el comportamiento de los hogares es bastante diferente en los trimestres iniciales. En lugar de aumentar inicialmente su deuda externa, la reducen (y así obtienen un subsidio) y en lugar de aumentar su consumo, lo reducen. En lugar de una apreciación real, hay ahora una depreciación real inicial, lo que aumenta las exportaciones. Este último efecto neutraliza la caída en el consumo, así que no se observa un efecto inicial sobre el PIB pero, posteriormente, sube durante algunos trimestres, puesto que el consumo se recupera más rápido de lo que comienzan a caer las exportaciones.

En esencia, la introducción del esquema de impuesto/subsidio genera, durante los trimestres iniciales, una sustitución de fondos externos costosos por fondos del gobierno de poco costo (que no pagan intereses). Se puede concluir que los gobiernos que utilizan un régimen de TCA con los coeficientes indicados arriba en una EPA proclive a significativos shocks de liquidez del RM y que tienen una preferencia más fuerte por la estabilización de la inflación del consumo que por la estabilización del PIB o del TCR, tienen algo que ganar mediante la introducción de un esquema de impuesto/subsidio sobre flujos de capital.

Figura 3
Shock negativo a ϕ^*
Régimen de TCA

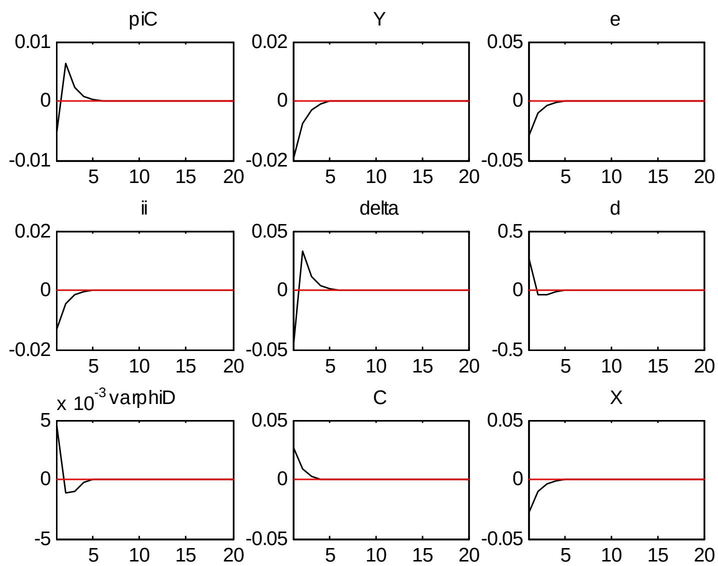
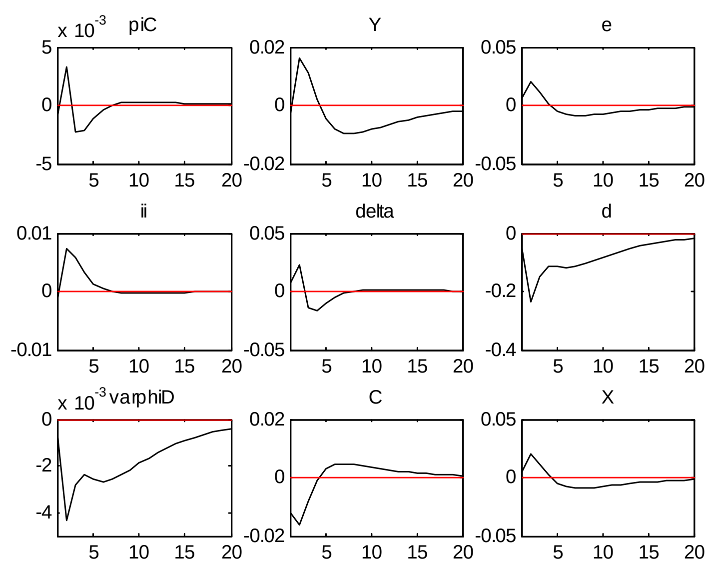


Figura 4
Shock negativo a ϕ^*
Régimen de TCA+CC



Este ejercicio es solamente un ejemplo de cómo el esquema de impuesto/subsidio puede cambiar las trayectorias dinámicas de las variables que típicamente más les interesan a los *policymakers*. Se debe tener en cuenta que las FRI ilustran el efecto de la introducción del esquema de impuesto/subsidio en la dinámica (determinística) del modelo cuando se produce un shock a la prima de riesgo/liquidez exógena, mientras que las desviaciones estándar de las variables endógenas que se muestran en las Tablas 4 y 5 anteriores ilustran las propiedades estocásticas de todo el conjunto de variables de shock. La Tabla 6 a continuación muestra las descomposiciones de varianzas de las variables que corresponden a los dos ejercicios. Muestran que los cuatro shocks verdaderamente significativos en el modelo son los que afectan al gast público (G), la prima de riesgo/liquidez exógena (ϕ^*-phiStar), y las tasas de inflación para importaciones (π^*-piStar) y exportaciones (π^{**}-piStarX), mientras que los shocks sobre productividad (ϵ-epsilon) y la tasa de interés mundial (i^*-iStar) en forma individual representan como máximo el 5,7% de las varianzas de las variables meta.

Tabla 6

Descomposición de varianza (en porcentajes)

DECOMPOSICIÓN DE VARIANZA (porcentaje)						
Régimen TCA						
	eps_epsilon	eps_G	eps_iStar	eps_phiStar	eps_piStar	eps_piStarX
piC	0.20	0.24	1.18	88.72	0.73	8.93
Y	5.73	68.35	0.36	7.76	7.72	10.09
e	0.53	0.82	2.33	57.41	4.00	34.91
ii	1.07	0.97	1.66	82.26	0.91	13.13
delta	0.09	0.15	1.33	72.07	14.74	11.62
d	1.12	5.61	2.59	68.52	5.65	16.51
gammaD	2.39	1.69	2.57	65.68	12.78	14.89
varphiD	2.39	1.69	2.57	65.68	12.78	14.89
taxsubD	0.24	9.08	1.41	67.95	6.35	14.97
Régimen TCA+CC						
	eps_epsilon	eps_G	eps_iStar	eps_phiStar	eps_piStar	eps_piStarX
piC	0.51	0.62	3.00	71.35	1.85	22.68
Y	5.17	61.74	0.32	16.67	6.98	9.12
e	0.48	0.74	2.10	61.58	3.61	31.49
ii	1.78	1.63	2.77	70.41	1.51	21.90
delta	0.17	0.27	2.42	49.05	26.90	21.19
d	0.55	2.76	1.28	84.53	2.78	8.10
gammaD	0.95	0.67	1.02	86.37	5.08	5.90
varphiD	0.95	0.67	1.02	86.37	5.08	5.90
taxsubD	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Eficiencia relativa de los diferentes regímenes de política con reglas simples óptimas

Con el fin de implementar reglas de política simples óptimas, en este apartado se supone que los *policymakers* minimizan una función de pérdidas *ad hoc* que es un promedio ponderado de las varianzas de ciertas variables meta y del cambio en las variables meta intermedias (Δi_t,$\Delta \delta_t$). Esto operacionaliza nuestro supuesto de que los *policymakers* tienen preferencias concernientes a la estabilización relativa de variables meta que se definen por las ponderaciones que le adjudican a la varianza de las diferentes variables meta potenciales (inflación, PIB, TCR). Con el fin de reflejar además una preferencia por evitar políticas excesivamente activas, la varianza de los cambios en la tasa de interés y en la tasa de depreciación nominal también se incluye en la función de pérdidas. Concretamente, se supone que, dadas las ponderaciones ω_k, los *policymakers* buscan coeficientes en las reglas simples de política h_i, k_i, j_i, que minimicen la función de pérdidas dentro de las llaves a continuación, que es simplemente un promedio ponderado de las varianzas de ciertas variables.

$$\arg\min_{h_i,k_i,j_i} \left\{ \begin{array}{c} \omega_\pi Var\left(\pi_t^C\right) + \omega_Y Var\left(Y_t\right) + \omega_e Var\left(e_t\right) \\ +\omega_{\Delta i} Var\left(\Delta i_t\right) + \omega_{\Delta\delta} Var\left(\Delta\delta_t\right) \end{array} \right\} =$$

$$\arg\min_{h_i,k_i,j_i} \lim_{\beta\to 1} E_0 \sum_{t=1}^{\infty} (1-\beta)\,\beta^t \left\{ \begin{array}{c} \omega_\pi \left(\pi_t^C - \pi^T\right)^2 + \omega_Y \left(Y_t - Y\right)^2 \\ +\omega_e \left(e_t - e\right)^2 + \omega_{\Delta i}\left(\Delta i_t\right)^2 + \omega_{\Delta\delta}\left(\Delta\delta_t\right)^2 \end{array} \right\}.$$

Obsérvese que además de los términos usuales (con ponderaciones ω_π, ω_Y, $\omega_{\Delta i}$), esta función de pérdidas también permite preferencias de BC con respecto a las varianzas del TCR y los cambios en la tasa de depreciación nominal (con ponderaciones ω_e, $\omega_{\Delta\delta}$, respectivamente). Cuatros estilos diferentes de BC (A-D) se definen en la Tabla 7 de acuerdo con las combinaciones de ponderaciones en cada uno. Todos estos estilos se definen utilizando las mismas ponderaciones para las varianzas de los cambios en cada una de las metas operacionales (50) debido a que el principal interés radica en las diferentes preferencias con respecto a las varianzas de las variables meta. Además, se han evitado los ceros dándole una ponderación de 1 a las variables meta de muy poca relevancia. Así, estas preferencias del BC pueden resumirse diciendo que en el estilo A sólo importa la inflación, en el estilo B sólo importa el PIB, en el estilo C tanto la inflación como el PIB tienen igual relevancia, y en el estilo D el TCR tiene un grado de importancia similar a la inflación y al PIB.

Tabla 7
Estilos de Banco Central

Ponderaciones	**A**	**B**	**C**	**D**
ω_π	100	1	100	100
ω_Y	1	100	100	100
ω_e	1	1	1	100
$\omega_{\Delta i}$	50	50	50	50
$\omega_{\Delta\delta}$	50	50	50	50

El comando de Dynare para reglas simples óptimas ("osr") calcula la pérdida para un conjunto inicial de valores de los coeficientes h_i, k_i, j_i, y luego sigue un algoritmo que busca pérdidas menores cambiando los valores de estos coeficientes. Existen varias opciones para el algoritmo. Se ha utilizado la segunda, que es la opción predeterminada. A fin de mantener la sencillez, el modelo se ejecutó suponiendo que la prima de riesgo no responde a las reservas internacionales del BC ($\varepsilon_{\overline{\tau}_{D,2}} = 0$). Además, sólo se realizó en su totalidad el ejercicio del caso de impuesto/subsidio, puesto que este procedimiento lleva mucho tiempo y las diferencias con el caso de impuesto no parecían muy significativas ni particularmente interesantes. Se debe mencionar que no hay garantía alguna de que los coeficientes óptimos hallados en cualquier ejecución sean óptimos a nivel global: los valores iniciales diferentes pueden llevar, y por lo general llevan, a diferentes coeficientes finales y a pérdidas óptimas (a nivel local) también distintas. Así, en todos los casos se utilizaron varios conjuntos de valores diferentes (al menos 5, y en ocasiones hasta 10), y se eligió el conjunto que logró la pérdida menor. En algunos casos, esto implicó obtener valores absolutos extremadamente altos para algunos de los coeficientes. No obstante, la pérdida más baja obtenida en alguna de las ejecuciones, junto con los correspondientes coeficientes de regla de política, se informa en las tablas a continuación.

La Tabla 8 informa las pérdidas obtenidas para cada régimen y cada estilo de BC, así como también las pérdidas en relación con las del régimen de TCA+CC y el ranking de los regímenes para cada estilo de BC. Para todos los estilos de BC, la pérdida más baja se obtuvo con el régimen de TCA+CC y la segunda pérdida más baja, con el régimen de TCA, con un aumento en la pérdida de solo un 5% (para el estilo A) y tanto como el 40% (para el estilo B). El tercer y cuarto lugar de las pérdidas más bajas, sin embargo, varían según el estilo de BC. El estilo A le otorgó al régimen de TCRep+CC el tercer lugar en el ranking, y al régimen de TCF+CC el cuarto. Este orden se invierte para los estilos B, C y D. Por lo tanto, dejar de lado ya sea la regla de tasa de interés o la regla de tasa de depreciación nominal implica aumentos en las pérdidas de al menos el 50% y de hasta del 570%. Para todos los estilos, el régimen de CC simple (en el cual la única regla de política es el esquema de impuesto/subsidio) obtuvo la quinta pérdida más alta. Los últimos dos lugares en el ranking le correspondieron a los regímenes de TCF y TCRep: el régimen de TCF es el último en el ranking para los estilos A, C y D, mientras que el régimen de TCRep ocupa el último lugar para el estilo B. La Tabla 9 muestra los coeficientes óptimos en las reglas simples de política que se obtuvieron para cada régimen y estilo.

Tabla 8

Reglas Simples Óptimas ("osr")

Estilo de BC	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
Pérdida							
A	0.012	0.080	0.036	0.012	0.270	0.234	0.114
B	0.027	0.149	0.069	0.050	0.530	0.710	0.325
C	0.126	0.208	0.247	0.139	0.814	0.788	0.555
D	0.182	0.250	0.276	0.214	0.943	0.918	0.589
Pérdida relativa							
A	1.00	6.6	3.0	1.01	22.3	19.4	9.4
B	1.00	5.6	2.6	1.9	19.9	26.6	12.2
C	1.00	1.6	2.0	1.1	6.5	6.3	4.4
D	1.00	1.4	1.5	1.2	5.2	5.0	3.2
Ranking							
A	1	4	3	2	7	6	5
B	1	4	3	2	6	7	5
C	1	3	4	2	7	6	5
D	1	3	4	2	7	6	5

Para indagar sobre porqué las pérdidas son menores en el régimen de TCA+CC que en cualquiera de los seis "regímenes de frontera", hagamos las aproximaciones log-lineales de las ecuaciones de reglas simples de política y de la ecuación PNI:

$$
\begin{aligned}
\widehat{i}_t &= h_0\widehat{i}_{t-1} + h_1\widehat{\pi}_t^C + h_2\widehat{Y}_t + h_3\widehat{e}_t \\
\widehat{\delta}_t &= k_0\widehat{\delta}_{t-1} + k_1\widehat{\pi}_t^C + k_2\widehat{Y}_t + k_3\widehat{e}_t + k_4\left(\widehat{r}_t + \widehat{e}_t - \widehat{Y}_t\right) \\
ta\widehat{xsub}_t^D &= j_0ta\widehat{xsub}_{t-1}^D + j_1\widehat{\pi}_t^C + j_2\widehat{Y}_t + j_3\widehat{e}_t + j_4\widehat{\phi}_t^* \\
\widehat{i}_t &= \widehat{i}_t^* + \widehat{\phi}_t^* + E_t\widehat{\delta}_{t+1} + a_1\left(\widehat{d}_t + \widehat{e}_t - \widehat{Y}_t\right) + a_2a_3ta\widehat{xsub}_t^D \\
&\quad -a_2\left(E_tta\widehat{xsub}_{t+1}^D - ta\widehat{xsub}_t^D\right)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
a_1 &= \frac{\varphi_D\left(\gamma^D\right)}{\varphi_D\left(\gamma^D\right) - tax^{KF}}\frac{2\alpha_1}{\left(1-\alpha_2\gamma^D\right)^2 + \alpha_1}\frac{\alpha_2\gamma^D}{1-\alpha_2\gamma^D} \equiv \varepsilon_D^{\varphi} \\
a_2 &= \frac{tax^{KF}}{\varphi_D\left(\gamma^D\right) - tax^{KF}}, \qquad a_3 = \frac{\varphi_D\left(\gamma^D\right) - 1}{1 - tax^{KF}}
\end{aligned}
$$

Adelantando las ecuaciones segunda y tercera y eliminando $\widehat{i}_t$, $E_t\widehat{\delta}_{t+1}$, y $E_tt\widehat{a}x_{t+1}^{\Delta d}$ de la cuarta, se obtiene lo siguiente:

$$
\begin{aligned}
\varepsilon_D^{\varphi}\left(\widehat{d}_t + \widehat{e}_t - \widehat{Y}_t\right) + \widehat{i}_t^* + \widehat{\phi}_t^* &= \left[h_0\widehat{i}_{t-1} - k_0\widehat{\delta}_t + \left(j_0 - 1 - a_3\right)a_2ta\widehat{xsub}_t^D\right] \\
&+ \left[h_1\widehat{\pi}_t^C - \left(k_1 - a_2j_1\right)E_t\widehat{\pi}_{t+1}^C\right] + \left[h_2\widehat{Y}_t - \left(k_2 - a_2j_2\right)E_t\widehat{Y}_{t+1}\right] \\
&+ \left[h_3\widehat{e}_t - \left(k_3 - a_2j_3\right)E_t\widehat{e}_{t+1}\right] - k_4\left(E_t\widehat{r}_{t+1} + E_t\widehat{e}_{t+1} - E_t\widehat{Y}_{t+1}\right) + a_2j_4E_t\widehat{\phi}_{t+1}^*.
\end{aligned}
$$

En el lado izquierdo de la igualdad aparece el desvío log-lineal (con respecto al EEN) de la prima de riesgo/liquidez de la PNI. En el lado derecho, hay un término complejo que depende exclusivamente de los desvíos log-lineales de las potenciales variables meta (contemporáneas y esperadas) que el BC puede utilizar para sus reglas de política (incluidas las reservas internacionales del BC) y los instrumentos de política. Todos los subtérminos del lado derecho están multiplicados por un coeficiente de regla de política.[10] Las reglas de política del BC tienen el efecto de modificar los impactos que la prima de riesgo/liquidez de la PNI ejerce sobre algunas variables importantes como respuesta a los shocks. Haciendo que algunos de estos coeficientes sean iguales a cero, las restricciones que imponen los 6 regímenes "de frontera" respectivos implican que el BC tiene menos libertad de acción para afectar los flujos de capital internacionales en una dirección que puede ayudarlo a estabilizar la economía de acuerdo a su estilo (o sus preferencias). Por ejemplo, bajo el régimen de TCF, en el cual todos los parámetros k_s y j_s así como también $ta\widehat{xsub}_t^D$ son cero, la ecuación se reduce a:

$$
\varepsilon_D^{\varphi}\left(\widehat{d}_t + \widehat{e}_t - \widehat{Y}_t\right) + \widehat{i}_t^* + \widehat{\phi}_t^* = h_0\widehat{i}_{t-1} + h_1\widehat{\pi}_t^C + h_2\widehat{Y}_t + h_3\widehat{e}_t.
$$

Claramente, con tales restricciones de cero los *policymakers* tienen menos capacidad para influir en el ratio de deuda (y, por lo tanto, la deuda externa y los flujos de capital) en la dirección conveniente para estabilizar las variables meta que en el caso general.

[10] Obsérvese que el único que no está multiplicado por un coeficiente de regla de política es $ta\widehat{xsub}_t^D$ que hemos decidido no reemplazar por sus constituyentes sólo para evitar una expresión aún más larga.

Tabla 9

Reglas Simples Óptimas (“osr”)

VALORES ÓPTIMOS DE LOS PARÁMETROS				
		Estilo de BC		
	A	B	C	D
		TCA+CC		
h_0	1.61	3.50	1.16	25.41
h_1	1.46	-2.82	-0.20	-10.54
h_2	-0.02	-10.37	-0.06	-35.33
h_3	-0.04	0.36	0.03	4.27
k_0	-0.29	-0.19	0.43	-0.11
k_1	-0.20	0.19	0.11	0.01
k_2	-0.14	-1.51	-1.78	-0.81
k_3	-0.16	-0.18	-0.26	-0.99
k_4	-0.001	-0.003	-0.003	-0.006
j_0	-0.03	0.00	0.00	0.01
j_1	-0.21	-0.19	-0.20	-0.43
j_2	0.01	0.07	-0.05	0.29
j_3	-0.03	-0.05	-0.03	0.34
j_4	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
		TCF+CC		
h_0	414.13	86.72	211.13	259.87
h_1	415.82	16.39	-77.08	-3.68
h_2	29.53	-128.77	-347.02	-321.35
h_3	121.68	-47.11	90.40	-50.94
j_0	0.07	-0.23	0.38	-0.01
j_1	-19.56	-31.43	-47.77	-33.28
j_2	-4.83	-1.11	-102.73	0.69
j_3	-86.47	-43.75	-56.57	-146.92
j_4	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02
		TCRep+CC		
k_0	0.71	0.48	0.48	21.55
k_1	-0.47	-0.18	-0.17	-77.55
k_2	-0.61	-0.97	-0.99	192.64
k_3	-0.06	-0.12	-0.11	36.95
k_4	0.00	0.00	0.00	46.81
j_0	0.17	-0.03	-0.03	-1.00
j_1	-0.21	-0.21	-0.21	26.46
j_2	0.00	0.50	0.50	146.95
j_3	0.00	0.00	0.01	-63.28
j_4	-0.02	-0.01	-0.01	0.01

Tabla 9 (cont.)
Reglas Simples Óptimas ("osr")

VALORES ÓPTIMOS DE LOS PARÁMETROS				
	Estilo de BC			
	A	B	C	D
TCA				
h_0	1.13	0.88	13.53	5.52
h_1	1.34	0.34	-3.22	-2.63
h_2	0.00	1.14	-7.19	-4.18
h_3	0.00	-0.09	0.88	1.68
k_0	0.16	0.43	0.08	0.08
k_1	-0.07	0.03	1.03	0.32
k_2	-0.17	-3.50	-0.93	-2.31
k_3	-0.11	0.05	-0.22	-1.35
k_4	-0.001	0.000	-0.002	-0.006
TCF				
h_0	760.43	1.69	7611.81	5771.43
h_1	8632.73	-0.36	42873.50	32799.90
h_2	-311.79	-3.28	17829.70	12930.20
h_3	2822.09	-1.03	6780.07	6346.12
TCRep				
k_0	-0.58	-0.63	-0.67	-0.63
k_1	-1.51	-2.58	-2.83	-1.95
k_2	-0.15	-3.16	-1.93	-1.64
k_3	-0.32	0.07	0.23	-0.13
k_4	0.06	1.52	0.52	-0.02
CC				
j_0	6.51	1.48	208.93	1.30
j_1	-9148.44	-713.61	-16688.20	-457.81
j_2	-872.94	-334.66	-70288.90	-219.35
j_3	-1189.48	105.25	-6001.14	25.90
j_4	-0.26	-0.08	-6.34	-0.07

Eficiencia relativa de los diferentes regímenes de política con política óptima bajo compromiso

En este apartado, se utiliza el comando de Dynare "ramsey" para obtener la política óptima bajo compromiso, es decir, las trayectorias para las variables de control (en el sentido de teoría de control óptimo, pero en nuestra terminología, las metas intermedias) que resultan en el valor esperado mínimo, condicionado por la información en $t = t_0$, de una función de pérdidas *ad hoc* descontada:

$$\mathcal{L}_{t_0} = E_{t_0} \sum_{t=t_0}^{\infty} \beta^{t-t_0} \frac{1}{2} L_t, \tag{41}$$

donde la función de pérdidas del período L_t es:

$$\begin{aligned} L_t &= \omega_\pi \left(\pi_t^C - \pi^T\right)^2 + \omega_Y \left(Y_t - Y\right)^2 + \omega_e \left(e_t - e\right)^2 + \omega_r \left(r_t - r\right)^2 \\ &\quad + \omega_{\Delta i} \left(\Delta i_t\right)^2 + \omega_{\Delta \delta} \left(\Delta \delta_t\right)^2 + \omega_{taxsubD} \left(taxsub_t^D - taxsub^D\right)^2, \end{aligned} \tag{42}$$

y donde están dados los valores iniciales para las variables predeterminadas, y sujeto a todas las ecuaciones del modelo excepto las de política. Obsérvese que se agregaron dos términos extra en L_t. El primero implica una preferencia (medida por ω_r) del BC por la estabilidad de las reservas internacionales. El motivo de esto es que, bajo una política óptima tipo Ramsey, la estabilidad del sistema requiere que $\omega_r > 0$. Puesto que aquí no hay un interés específico en evaluar los efectos de las preferencias por la estabilidad de las reservas, simplemente se supone que $\omega_r = 1$ (una preferencia muy baja) y (aparte de este agregado) se mantuvo la misma definición de los estilos de BC que en la sección anterior. También hay un término que implica una penalidad (medida por $\omega_{taxsubD}$) por utilizar el esquema de impuesto/subsidio sobre flujos de capital. El motivo de esto es que si $\omega_{taxsubD} = 0$ es necesario aumentar el factor de descuento de los *policymakers* por encima del factor de descuento intertemporal supuesto para los hogares $\beta = 0.99$, hasta, digamos, un factor de descuento planner_discount=0.999, a fin de lograr la convergencia. Además, $\omega_{taxsubD} = 0$, a veces se obtiene un uso excesivamente intenso (y tal vez bastante poco realista) de este instrumento así como también un consecuente exceso de inercia para algunas de las variables endógenas.[11] No obstante, para ver lo que implica el uso irrestricto de este instrumento de política así como un uso mucho más restringido para el ranking de los regímenes, también se informan a continuación las pérdidas para $\omega_{taxsubD} = 0$ y $\omega_{taxsubD} = 10$.

La Tabla 10 a continuación informa las pérdidas, las pérdidas relativas, y el ranking de los regímenes alternativos para cada estilo de BC. Esta vez, sin embargo, no hay ambigüedad con respecto a lo óptimo, puesto que el marco cuadrático-lineal asegura que el logro de un óptimo global en cada uno de los 28 casos.

Tabla 10a
Política óptima bajo compromiso
$\omega_{taxsubD}$=1, planner_discount=0.99

Pérdida							
Estilo de BC	Régimen						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	81.8	81.9	82.3	119.9	121.0	120.9	135.9
B	37.5	37.6	39.1	112.0	114.5	117.3	347.8
C	150.7	150.8	151.9	378.1	388.1	388.8	429.8
D	205.8	206.0	206.4	394.5	405.2	405.7	437.1
Pérdida relativa							
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	1.0003	1.005	1.465	1.478	1.477	1.660
B	1	1.0026	1.043	2.991	3.058	3.132	9.286
C	1	1.0007	1.008	2.509	2.575	2.580	2.852
D	1	1.0009	1.003	1.917	1.969	1.971	2.123
Ranking							
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	2	3	4	6	5	7
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	4	5	6	7
D	1	2	3	4	5	6	7

[11] Si en lugar de una penalidad cuadrática para las desviaciones del EEN uno procede como con las dos metas operacionales y supone una preferencia por *cambios* pequeños en el impuesto/subsidio, el modelo da una raíz unitaria.

Tabla 10b
Política óptima bajo compromiso
$\omega_{taxsubD}$=0, planner_discount=0.999

Estilo de BC	Régimen						
	Pérdida						
0	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	84.3	84.3	85.5	272.5	277.6	275.5	182.2
B	34.0	34.0	37.4	330.1	339.1	341.1	448.2
C	203.5	203.5	205.3	800.2	826.0	821.9	645.3
D	326.3	326.3	326.9	932.8	971.4	965.8	695.7
	Pérdida relativa						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	1.00000003	1.014	3.23	3.29	3.27	2.16
B	1	1.00000019	1.100	9.72	9.98	10.04	13.19
C	1	1.00001572	1.009	3.93	4.06	4.04	3.17
D	1	1.00001935	1.002	2.86	2.98	2.96	2.13
	Ranking						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	2	3	5	7	6	4
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	5	7	6	4
D	1	2	3	5	7	6	4

Tabla 10c
Política óptima bajo compromiso
$\omega_{taxsubD}$=10, planner_discount=0.99

Estilo de BC	Régimen						
	Pérdida						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	93.3	93.4	93.6	119.9	121.0	120.9	151.8
B	65.6	66.1	67.8	112.0	114.5	117.3	396.5
C	207.0	207.8	208.8	378.1	388.1	388.8	480.0
D	237.8	238.8	239.3	394.5	405.2	405.7	487.6
	Pérdida relativa						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	1.001	1.003	1.286	1.297	1.296	1.63
B	1	1.008	1.034	1.71	1.75	1.79	6.04
C	1	1.004	1.009	1.83	1.87	1.88	2.32
D	1	1.004	1.006	1.66	1.70	1.71	2.05
	Ranking						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	2	3	4	6	5	7
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	4	5	6	7
D	1	2	3	4	5	6	7

Como se esperaba, el régimen de TCA+CC siempre domina los seis "regímenes de frontera". En este caso, sin embargo, la pérdida con el régimen de TCF+CC siempre es menos del 1% mayor que la pérdida con el régimen de TCA+CC. Por ello, si bien el régimen de TCF+CC ocupa claramente el segundo lugar en el ranking, agregar como variable de control la tasa de depreciación nominal cuando ya se está utilizando la tasa de interés nominal y el esquema de impuesto/subsidio no aumenta significativamente la concreción de los objetivos de estabilización. Además, el régimen de TCRep+CC siempre ocupa el tercer lugar. En este caso, la pérdida con los estilos A, C y D siempre es menos del 1,4% mayor que con el régimen de TCA+CC. Pero el aumento en la pérdida es más del 3% mayor con el estilo B y llega a ser un 10% mayor en el caso no realista en el cual no se impone ninguna penalidad sobre el uso del esquema de impuesto/subsidio ($\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{0}$). El régimen de TCA (donde los *policymakers* se abstienen de usar el impuesto/subsidio sobre flujos de capital) es como mínimo un 29% más costoso que en el régimen de TCA+CC y llega a ser un 870% mayor (en el caso del estilo C y $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{0}$). Los tres regímenes "de vértice" (TCF, TCRep, CC) tienen pérdidas que son mucho mayores que en el régimen de TCA+CC (entre el 30% y el 1200%). El régimen de TCA ocupa el cuarto lugar en el ranking en relación con todos los estilos de BC para $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{1}$ y $\mathbf{10}$, pero para $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{0}$ sólo ocupa el cuarto lugar en el estilo B de BC (en el que sólo importa el PIB) y ocupa el quinto lugar para el resto de los estilos, siendo reemplazado por el régimen de CC en la cuarta posición. El ranking entre los tres regímenes "de vértice" varía de un estilo a otro. Para $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{1}$ y $\mathbf{10}$, el régimen de CC siempre es el último en el ranking, pero para $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{0}$ sólo ocupa la última posición en el estilo B mientras que el régimen de TCF es el último en los otros estilos. En forma más general, en la comparación de pérdidas entre un borde y su vértice opuesto (vea la Figura 2), en todos los casos informados la pérdida en el régimen de TCF+CC es menor que la pérdida en el régimen de TCRep, y la pérdida en el régimen de TCRep+CC es menor que la pérdida en el régimen de TCF. Sin embargo, como ya se mencionó, en las comparaciones de pérdidas entre los regímenes de TCA y CC, si bien la pérdida del régimen de TCA es menor para $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{1}$ y $\mathbf{10}$, es mayor en el caso $\boldsymbol{\omega}_{taxsubD}= \mathbf{0}$ para todos los estilos, excepto el B.

La Tabla 11 a continuación informa los mismos ejercicios para el caso en el cual existe un impuesto sobre el nivel de deuda (sin subsidio). La mayor parte de lo que se dijo sobre el esquema de impuesto/subsidio es válido también para este caso. Por ese motivo, sólo se mencionarán las diferencias principales. En primer lugar, obsérvese que cuando $\boldsymbol{\omega}_{taxD}= \mathbf{0}$ todos los regímenes en los cuales existe un impuesto sobre la deuda externa (y por lo tanto aparece CC en la nomenclatura del régimen) las pérdidas son exactamente las mismas que en el esquema de impuesto/subsidio. Esto quiere decir que cuando no hay penalidad la misma trayectoria para la deuda relacionada con la recaudación de impuestos se puede lograr con cualquiera de las formas de implementación. Así, sólo para los regímenes de TCA, TCF, y TCRep existen diferencias en las pérdidas, y son bastante menores (menos del 0,66% en valor absoluto), sin cambio en el ranking. En la comparación de vértice versus borde opuesto, aún para $\boldsymbol{\omega}_{taxD}= \mathbf{1}$, o $\boldsymbol{\omega}_{taxD}= \mathbf{10}$ existen estilos en los que el régimen de CC presenta una pérdida menor que el régimen de TCA.

Tabla 11a
Política óptima bajo compromiso
$\boldsymbol{\omega}_{taxD}= \mathbf{1}$,planner_discount=0.99

Pérdida							
Estilo de BC	Régimen						
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	76.6	76.6	77.3	119.6	120.4	120.4	128.5
B	21.0	21.0	23.5	113.1	115.2	117.8	255.1
C	137.3	137.3	138.6	380.5	388.9	389.5	380.0
D	198.6	198.6	199.1	396.8	405.8	406.2	388.2
Pérdida relativa							
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	1.00001	1.009	1.561	1.572	1.571	1.677
B	1	1.00006	1.121	5.384	5.487	5.611	12.148
C	1	1.00002	1.010	2.772	2.833	2.837	2.768
D	1	1.00001	1.002	1.998	2.043	2.045	1.954
Ranking							
	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
A	1	2	3	4	6	5	7
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	5	6	7	4
D	1	2	3	5	6	7	4

Tabla 11b
Política óptima bajo compromiso
ω_{taxD}= 0,planner_discount=0.999

Estilo de BC	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
Pérdida							
A	84.3	84.3	85.5	271.6	275.8	274.0	182.2
B	34.0	34.0	37.4	331.6	339.0	341.0	448.2
C	203.5	203.5	205.3	803.5	825.0	821.4	645.3
D	326.3	326.3	326.9	936.3	968.9	964.0	695.7
Pérdida relativa							
A	1	1.00000003	1.014	3.22	3.27	3.25	2.16
B	1	1.00000019	1.100	9.76	9.98	10.04	13.19
C	1	1.00001572	1.009	3.95	4.05	4.04	3.17
D	1	1.00001935	1.002	2.87	2.97	2.95	2.13
Ranking							
A	1	2	3	5	7	6	4
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	5	7	6	4
D	1	2	3	5	7	6	4

Tabla 11c
Política óptima bajo compromiso
ω_{taxD}= 10,planner_discount=0.99

Estilo de BC	TCA+CC	TCF+CC	TCRep+CC	TCA	TCF	TCRep	CC
Pérdida							
A	85.3	85.4	85.9	119.6	120.4	120.4	133.1
B	36.8	36.9	39.3	113.1	115.2	117.8	269.3
C	170.4	170.5	172.0	380.5	388.9	389.5	386.9
D	219.4	219.5	220.1	396.8	405.8	406.2	394.8
Pérdida relativa							
A	1	1.0004	1.007	1.401	1.411	1.410	1.56
B	1	1.0018	1.069	3.07	3.13	3.20	7.31
C	1	1.0008	1.010	2.23	2.28	2.29	2.27
D	1	1.0004	1.003	1.81	1.850	1.852	1.80
Ranking							
A	1	2	3	4	6	5	7
B	1	2	3	4	5	6	7
C	1	2	3	4	6	7	5
D	1	2	3	5	6	7	4

Conclusión

El trabajo Escudé (2013) intenta salvar la brecha entre el hecho de que muchos bancos centrales intervienen sistemáticamente en el mercado de cambios y la ausencia de un modelo generalmente aceptado para la representación de esta práctica. Presenta un modelo y un marco de políticas en el que el BC puede intervenir de manera simultánea en el mercado de divisas y en el mercado de bonos en moneda doméstica, variando sus pasivos en bonos y sus activos de reserva con el fin de lograr dos metas operacionales: una para la tasa de interés y otra para la tasa de depreciación nominal. Para que esto sea posible, el modelo EGDE incluye variables financieras y prácticas institucionales (es decir, "tornillos y tuercas" de la actividad de banca central) que se dejan fuera de la modelación cuando se consideran solamente regímenes de política "de esquina" de tipo de cambio puramente flotante o puramente fijo, pero no se pueden dejar de lado cuando se intenta construir un modelo más general. En este trabajo se ha ampliado este marco de políticas para abarcar la tercera esquina de la tradicional "trinidad imposible", mediante la inclusión del uso de un impuesto sobre el pasivo en moneda extranjera de los hogares o un esquema de impuesto/subsidio que grava los aumentos en dicho pasivo y subsidia sus reducciones. En el contexto del actual trabajo, sin embargo, existe una “trinidad posible” puesto que las tres formas de intervención pueden ser usadas simultáneamente. Asimismo, cuando en el marco de control óptimo, esta “trinidad” no sólo es posible sino que es óptima en el sentido de que cualesquiera de los 6 regímenes de frontera (los 3 bordes y los 3 vértices del triángulo de políticas) no pueden alcanzar una pérdida menor que el uso simultáneo de 3 instrumentos y 3 metas (operacionales) debido al hecho obvio de que derivan de agregar una o dos restricciones adicionales que reflejan la abstención de usar uno o dos de los 3 instrumentos (intervenciones) posibles.

Como en el trabajo anterior, se consideran tres marcos: 1) reglas simples de política, 2) reglas de política simples óptimas, donde los coeficientes de las reglas simples se derivan minimizando una función de pérdida *ad hoc* que es un promedio ponderado de las varianzas de las variables meta (inflación, PIB y TCR), 3) política óptima bajo compromiso e información completa, donde los *policymakers* minimizan una función intertemporal de perdidas descontadas *ad hoc* relacionada con las mismas variables meta. El interés principal en 2) y 3) radica en ver si los controles de capital pueden lograr una reducción significativa en la pérdida respecto de las ya muy potentes políticas simultáneas de tasa de interés y tipo de cambio, y en conseguir el ranking en las pérdidas obtenidas para los 7 regímenes de política posibles (el uso de las 3 políticas a la vez y las 6 posibilidades adicionales que se derivan de eliminar ya sea una o dos de estas políticas).

Se consideran dos formas de controles (blandos) de capital: 1) un impuesto sobre el nivel de deuda externa de los hogares, y 2) un esquema de impuesto/subsidio en el cual se gravan los aumentos en la deuda externa de los hogares y se subsidian las reducciones. Los resultados muestran que las pérdidas obtenidas no son muy diferentes para las dos formas de controles de capital. Un punto de interés yace en calcular la medida en la que renunciar a uno o dos de los instrumentos posibles reduce la pérdida para las diferentes preferencias de los bancos centrales (definidas por las ponderaciones en la función de pérdida *ad hoc*). Los resultados muestran que los aumentos en la función de pérdida debido al hecho de renunciar a la intervención en el mercado cambiario (FX) o en el mercado de bonos del BC (a partir de la “trinidad posible”) son mucho mayores en el caso de reglas simples óptimas que en el caso de política óptima bajo compromiso. Pero puesto que no hay garantía alguna de que se alcance un mínimo global cuando se utilizan reglas simples óptimas de política con Dynare, los resultados para política óptima bajo compromiso son un complemento deseable. En este último contexto, se determinó que casi no existe pérdida adicional al renunciar a la política cambiaria (FX) (y dejar flotar el tipo de cambio) cuando se comienza desde el uso de los 3 instrumentos. Este aumento en la pérdida es significativamente mayor pero no muy alto cuando se elimina la política de tasa de interés (y se permite la flotación de la tasa de interés). En la mayoría de los casos, eliminar los controles de capital implica un gran aumento en la pérdida. Un resultado sorprendente es que, según las preferencias del BC, el régimen de Tipo de Cambio Administrado puede ser superior o inferior al régimen simple de Controles de Capital (CC) en el cual se eliminan tanto la política de tasa de interés como la de tipo de cambio y solamente la regla de CC estabiliza la economía.

Apéndices

Apéndice A: El resto del modelo

A1 Empresas

El lado de la producción de la economía es exactamente igual al planteado en Escudé (2013). Hay competencia perfecta en la elaboración (o empaquetamiento) de la producción doméstica final Q_t, utilizando como insumos los productos provenientes de un continuo de empresas monopolísticamente competitivas. Una empresa de producción doméstica final representativa utiliza la siguiente tecnología de Elasticidad de Sustitución Constante (CES):

$$Q_t = \left(\int_0^1 Q_t(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}}, \qquad \theta > 1 \tag{43}$$

donde $Q_t(i)$ es la producción de los bienes domésticos intermedios i, y θ es la elasticidad de sustitución entre dos cualquiera de las variedades de productos. La maximización de las ganancias de la empresa representativa da la demanda como insumo de cada tipo de bien doméstico así como el índice de precios de bienes domésticos:

$$Q_t(i) = Q_t \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta}, \qquad P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\theta} di \right)^{\frac{1}{1-\theta}}. \tag{44}$$

La función de producción de cada empresa es un simple múltiplo del trabajo utilizado: $Q_t(i) = \epsilon_t N_t(i)$, donde ϵ_t es un shock de productividad transitorio que abarca a toda la industria. Por lo tanto, el costo marginal real de cada empresa (en términos de bienes domésticos) es $mc_t = w_t/\epsilon_t$. Como $N_t(i)$ es la demanda de trabajo de la empresa i, utilizando (44) e integrando se obtiene la demanda laboral agregada:

$$N_t^D = \int_0^1 N_t(i) di = \int_0^1 \frac{Q_t(i)}{\epsilon_t} di = \frac{1}{\epsilon_t} \int_0^1 Q_t \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta} di = \frac{Q_t}{\epsilon_t} \Delta_t \tag{45}$$

donde Δ_t es una medida de la dispersión de precios en el período t definida como:

$$\Delta_t \equiv \int_0^1 \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta} di \geq 1.$$

Igualando la oferta de trabajo (20) con la demanda de trabajo (45) se obtiene el salario real de equilibrio del mercado laboral:

$$w_t = \xi \left(\frac{Q_t}{\epsilon_t} \Delta_t \right)^{\sigma^N} p_t^C C_t^{\sigma^C} \varphi_M \left(m_t / p_t^C C_t \right). \tag{46}$$

Las empresas toman decisiones de precios tomando los índices de cantidad y precio agregado como paramétricos. En todos los períodos, cada empresa tiene una probabilidad $1 - \alpha$ de poder fijar el precio óptimo para su tipo de producto específico. Las empresas que no pueden optimizar deben mantener el precio que tenían en el período anterior. El problema de fijación de precios de las compañías que logran optimizar es el siguiente:

$$\max_{P_t(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \Lambda_{t,t+j} Q_{t+j}(i) \left\{ \frac{P_t(i)}{P_{t+j}} - mc_{t+j} \right\} \tag{47}$$

sujeto a la demanda que enfrentarán hasta que puedan volver a optimizar:

$$Q_{t+j}(i) = Q_{t+j} \left(\frac{P_t(i)}{P_{t+j}} \right)^{-\theta}. \tag{48}$$

donde el núcleo de fijación de precios de las empresas es:

$$\Lambda_{t,t+j} \equiv \beta^j \frac{p_t^C C_t^{\sigma^C}}{p_{t+j}^C C_{t+j}^{\sigma^C}}. \tag{49}$$

En Escudé (2013) se muestra que la condición de primer orden de la empresa es:

$$0 = E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\alpha)^j \frac{Q_{t+j}}{p_{t+j}^C C_{t+j}^{\sigma^C}} \left(\frac{P_{t+j}}{P_t} \right)^{\theta} \left\{ \widetilde{p}_t \frac{P_t}{P_{t+j}} - \frac{\theta}{\theta - 1} mc_{t+j} \right\}. \tag{50}$$

donde $\widetilde{p}_t \equiv \widetilde{P}_t / P_t$ es el precio relativo de las empresas que optimizan respecto del nivel general de precios. Además, el índice de precios en (44) implica la siguiente ley de evolución para el índice agregado de precios de los bienes domésticos:

$$P_t^{1-\theta} = \alpha \left(P_{t-1}\right)^{1-\theta} + (1-\alpha) \widetilde{P}_t^{1-\theta}. \tag{51}$$

Dividiendo por $P_{t-1}^{1-\theta}$ y reordenando, se obtiene el precio relativo de las empresas que optimizan como una función creciente del índice de inflación:

$$\widetilde{p}_t = \left(\frac{1 - \alpha \pi_t^{\theta-1}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{-1}{\theta-1}}. \tag{52}$$

La ecuación de Phillips (50) puede expresarse de forma recursiva definiendo:

$$\begin{aligned} \Gamma_t &= E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\alpha)^j \left(Q_{t+j} / \left(p_{t+j}^C C_{t+j}^{\sigma^C} \right) \right) \left(\frac{P_{t+j}}{P_t} \right)^{\theta-1} \\ \Psi_t &= \frac{\theta}{\theta - 1} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\beta\alpha)^j \left(Q_{t+j} / \left(p_{t+j}^C C_{t+j}^{\sigma^C} \right) \right) \left(\frac{P_{t+j}}{P_t} \right)^{\theta} mc_{t+j} \end{aligned} \tag{53}$$

y transformando (50) en tres ecuaciones carentes de sumas infinitas (vea Escudé (2013)):

$$\begin{aligned} \left(\frac{1 - \alpha \pi_t^{\theta-1}}{1 - \alpha} \right)^{\frac{-1}{\theta-1}} \Gamma_t &= \Psi_t, \\ \Gamma_t &= \left(Q_t / \left(p_t^C C_t^{\sigma^C} \right) \right) + \beta\alpha E_t \pi_{t+1}^{\theta-1} \Gamma_{t+1}, \\ \Psi_t &= \frac{\theta}{\theta - 1} \left(Q_t / \left(p_t^C C_t^{\sigma^C} \right) \right) mc_t + \beta\alpha E_t \pi_{t+1}^{\theta} \Psi_{t+1}. \end{aligned}$$

Como Δ_t es una variable adicional del modelo, es necesario que haya una ecuación adicional. La siguiente es una ecuación recursiva para la dinámica de esta variable (vea Escudé (2013)):

$$\Delta_t = \alpha\pi_t^{\theta}\Delta_{t-1} + (1-\alpha)\left(\frac{1-\alpha\pi_t^{\theta-1}}{1-\alpha}\right)^{\frac{\theta}{\theta-1}}. \tag{54}$$

A2 El PIB, el comercio exterior y la balanza de pagos

Bienes importados y domésticos Se presupone que rige la Ley de Un Solo Precio. Por lo tanto, el precio doméstico de (el agregado de) de los bienes importados es simplemente $P_t^N = S_t P_t^*$. Así, el precio relativo de los bienes importados en relación con los domésticos P_t^N/P_t es simplemente el TCR (definido en (2)). El índice de consumo utilizado en el problema de optimización de los hogares es un índice de consumo agregado de elasticidad de sustitución constante (CES) de los bienes domésticos $\left(C_t^D\right)$ e importados $\left(C_t^N\right)$:

$$C_t = \left(a_D{}^{\frac{1}{\theta^C}}\left(C_t^D\right)^{\frac{\theta^C-1}{\theta^C}} + a_N{}^{\frac{1}{\theta^C}}\left(C_t^N\right)^{\frac{\theta^C-1}{\theta^C}}\right)^{\frac{\theta^C}{\theta^C-1}}, \qquad a_D + a_N = 1, \tag{55}$$

donde C_t^D y C_t^N son agregados CES de un número infinito de variedades de bienes domésticos e importados, respectivamente, cada uno de los cuales es producido por un monopolista bajo competencia monopolística, y donde $\theta^C(\geq 0)$ es la elasticidad de sustitución entre los bienes domésticos y los importados. Por ejemplo, C_t^D es:

$$C_t^D = \left(\int_0^1 C_t^D(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di\right)^{\frac{\theta}{\theta-1}}, \qquad \theta > 1 \tag{56}$$

donde θ es la elasticidad de sustitución entre variedades de bienes domésticos en los gastos del hogar. Además, a_D y $a_N = 1 - a_D$ están directamente relacionadas con la participación del consumo local e importado en los gastos de consumo totales. Se supone que existe un sesgo hacia los bienes domésticos, es decir, se cumplen $a_D > 1/2 > a_N$ y $\theta^C > 1$.

La minimización de los gastos de consumo totales $P_t^C C_t = P_t C_t^D + S_t P_t^* C_t^N$ sujeta a (55) para un C_t dado, da las siguientes relaciones:

$$P_t = P_t^C\left(\frac{C_t^D}{a_D C_t}\right)^{-\frac{1}{\theta^C}}, \qquad S_t P_t^* = P_t^C\left(\frac{C_t^N}{a_N C_t}\right)^{-\frac{1}{\theta^C}}. \tag{57}$$

Al introducir esas relaciones en (55) se obtiene el índice de precios de consumo:

$$P_t^C = \left(a_D\left(P_t\right)^{1-\theta^C} + a_N\left(S_t P_t^*\right)^{1-\theta^C}\right)^{\frac{1}{1-\theta^C}}, \tag{58}$$

Y, dividiendo por P_t se obtiene una relación entre el precio relativo de los bienes de consumo y el TCR:

$$p_t^C = \left(a_D + (1-a_D)\,e_t^{1-\theta^C}\right)^{\frac{1}{1-\theta^C}}. \tag{59}$$

Las relaciones ((57) pueden utilizarse para eliminar C_t^D y C_t^N:

$$\begin{aligned} C_t^D &= a_D \left(p_t^C\right)^{\theta^C} C_t \\ C_t^N &= (1-a_D)\left(\frac{p_t^C}{e_t}\right)^{\theta^C} C_t. \end{aligned}$$

Y las participaciones de los bienes domésticos e importados en el gasto total pueden expresarse en términos de e_t y p_t^C:

$$\begin{aligned} \frac{P_t C_t^D}{P_t^C C_t} &= a_D \left(p_t^C\right)^{\theta^C-1} = \frac{a_D}{a_D+(1-a_D)\,e_t^{1-\theta^C}}, \qquad (60) \\ \frac{S_t P_t^* C_t^N}{P_t^C C_t} &= (1-a_D)\left(\frac{p_t^C}{e_t}\right)^{\theta^C-1} = \frac{(1-a_D)\,e_t^{1-\theta^C}}{a_D+(1-a_D)\,e_t^{1-\theta^C}}. \end{aligned}$$

Empresas exportadoras Las empresas del sector exportador utilizan bienes domésticos y el compuesto de bienes que define al PIB. Se supone que el bien de exportación es un bien primario homogéneo único (un *commodity*). Las empresas de este sector venden su producción en el mercado internacional al precio en moneda extranjera P_t^{*X}. Son tomadoras de precios en los mercados de factores y productos. El precio de los bienes primarios en moneda doméstica es simplemente el precio internacional exógeno multiplicado por el tipo de cambio nominal: $S_t P_t^{*X}$. Se supone que la función de producción empleada por las empresas del sector exportador es la siguiente:

$$X_t^* = \left(Q_t^X\right)^{b^A} Y_t^{1-b^A}, \qquad 0 < b^A < 1, \qquad (61)$$

donde Q_t^X es la cantidad de bienes domésticos utilizados como insumos en el sector exportador, e Y_t es el PIB real. Estas empresas maximizan las ganancias $S_t P_t^{*X} X_t^* - P_t Q_t^X$ sujetas a (61). En términos de los bienes domésticos, maximizan:

$$\frac{\Pi_t^X}{P_t} = e_t p_t^* \left(Q_t^X\right)^{b^A} Y_t^{1-b^A} - Q_t^X$$

donde los términos de intercambio externo (TIX) de la EPA se definen como $p_t^* \equiv P_t^{*X}/P_t^*$, donde P_t^* es el índice de precios del precio en moneda extranjera de las importaciones de la EPA. Obsérvese que TIX es un ratio entre dos índices de precios determinados en el RM. Por lo tanto, la siguiente identidad relaciona las tasas de inflación externa de los bienes exportados e importados con los TIX (dando la dinámica de los TIX):

$$\frac{p_t^*}{p_{t-1}^*} = \frac{\pi_t^{*X}}{\pi_t^*}, \qquad \text{where} \quad \pi_t^{*X} \equiv \frac{P_t^{*X}}{P_{t-1}^{*X}}.$$

La condición de primer orden para la maximización de ganancias da la demanda (factorial) de bienes domésticos del sector exportador:

$$Q_t^X = \left(b^A e_t p_t^*\right)^{\frac{1}{1-b^A}} Y_t. \qquad (62)$$

Al insertar esto en (61) se ve que el valor real de las exportaciones en términos de los bienes domésticos es:

$$X_t = \frac{S_t P_t^{*X} X_t^*}{P_t} = e_t p_t^* X_t^* = e_t p_t^* \left(b^A e_t p_t^*\right)^{\frac{b^A}{1-b^A}} Y_t = \kappa_X \left(e_t p_t^*\right)^{b_X} Y_t, \qquad (63)$$

donde se ha definido $b_X \equiv \left(1 - b^A\right)^{-1}$ y $\kappa_X \equiv \left(b^A\right)^{b^A/\left(1-b^A\right)}$ para simplificar la notación.

La producción doméstica, el PIB y la balanza de pagos Se supone que el gasto del gobierno es una fracción variable en el tiempo y estocástica $\overline{G}_t$ del gasto de consumo privado. Se define la fracción bruta del gasto gubernamental como: $G_t \equiv 1 + \overline{G}_t$. Por razones de simplicidad, se supone que el gobierno debe pagar los mismos costos transaccionales que el sector privado cuando compra bienes domésticos y externos. Por lo tanto, utilizando (60) y (63), el PIB en términos de bienes domésticos es:

$$Y_t = a_D \tau_M \left(\gamma_t^M\right) G_t \left(p_t^C\right)^{\theta^C} C_t + X_t. \qquad (64)$$

En el mercado de bienes domésticos, la producción de las empresas Q_t debe satisfacer la demanda final de los hogares (incluyendo los recursos para las transacciones), del gobierno y del sector exportador:[12]

$$Q_t = a_D \tau_M \left(\gamma_t^M\right) G_t \left(p_t^C\right)^{\theta^C} C_t + Q_t^X = Y_t - \left(1 - b^A\right) X_t. \qquad (65)$$

Si se inserta $Y_t = w_t N_t + \Pi_t / P_t$ en la restricción presupuestaria de los hogares (9) y se consolidan las restricciones presupuestarias de los hogares, el banco central y el gobierno se obtiene la ecuación de la balanza de pagos (la primera ecuación de abajo), donde CA_t es la cuenta corriente y TB_t ies la balanza comercial.

$$\begin{aligned}
r_t - d_t &= CA_t + r_{t-1} - d_{t-1} \\
CA_t &= \left(\frac{1 + i_{t-1}^*}{\pi_t^*} - 1\right) r_{t-1} - \left[\frac{1 + i_{t-1}^*}{\pi_t^*} \phi_{t-1}^* \tau_D \left(\frac{e_{t-1} d_{t-1}}{Y_{t-1}}\right) - 1\right] d_{t-1} + TB_t, \\
TB_t &= \frac{1}{a_D e_t} \left[\left(p_t^C\right)^{1-\theta^C} X_t - \left(1 - a_D\right) e_t^{1-\theta^C} Y_t\right].
\end{aligned}$$

Apéndice B: El sistema de ecuaciones no lineales

En esta sección se agrupan las ecuaciones del modelo que no son de política. De hecho, hay tres variables endógenas más que ecuaciones. En el caso de las reglas simples de política, también hay tres ecuaciones adicionales extraídas de (37)-(40) según el régimen. Y, en el caso de política óptima bajo compromiso, excepto para el régimen de TCA +CC, se debe utilizar al menos una de las ecuaciones de (40) (las que no se utilizan como variables de control).

[12] Observar que la producción intermedia utilizada en el sector exportador (62) puede escribirse de la siguiente manera:

$$Q_t^X = b^A X_t.$$

Paridad de tasas de interés descubierta ajustada por riesgo

$$\begin{aligned} 1+i_t &= (1+i_t^*)\phi_t^* E_t\left(\frac{\varphi_t^D - taxsub_{t+1}^D}{1-taxsub_t^D}\delta_{t+1}\right) \\ &\text{or} \\ 1+i_t &= (1+i_t^*)\phi_t^*\left(\frac{\varphi_t^D}{1-tax_t^D}\right)E_t\delta_{t+1} \end{aligned}$$

Ecuación de Euler del consumo

$$\frac{C_t^{-\sigma^C}}{\varphi_t^M} = \beta\left(1+i_t\right)E_t\left(\frac{C_{t+1}^{-\sigma^C}}{\varphi_{t+1}^M}\frac{1}{\pi_{t+1}^C}\right)$$

Ecuaciones de Phillips

$$\begin{aligned} \Gamma_t &= \frac{Q_t}{p_t^C C_t^{\sigma^C}} + \beta\alpha E_t \pi_{t+1}^{\theta-1}\Gamma_{t+1}, \\ \Psi_t &= \frac{\theta}{\theta-1}\frac{Q_t}{p_t^C C_t^{\sigma^C}} mc_t + \beta\alpha E_t \pi_{t+1}^{\theta}\Psi_{t+1}, \\ \Psi_t &= \left(\frac{1-\alpha\pi_t^{\theta-1}}{1-\alpha}\right)^{\frac{-1}{\theta-1}}\Gamma_t \end{aligned}$$

Dispersión de precios

$$\Delta_t = \alpha\pi_t^{\theta}\Delta_{t-1} + (1-\alpha)\left(\frac{1-\alpha\pi_t^{\theta-1}}{1-\alpha}\right)^{\frac{\theta}{\theta-1}}$$

Balanza de pagos

$$\begin{aligned} r_t - d_t &= CA_t + r_{t-1} - d_{t-1}, \\ CA_t &= \left(\frac{1+i_{t-1}^*}{\pi_t^*}-1\right)r_{t-1} - \left(\frac{1+i_{t-1}^*}{\pi_t^*}\phi_{t-1}^*\tau_{t-1}^D - 1\right)d_{t-1} + TB_t, \\ TB_t &= \frac{1}{a_D e_t}\left[\left(p_t^C\right)^{1-\theta^C} X_t - \left(1-a_D\right)e_t^{1-\theta^C} Y_t\right], \\ X_t &= \kappa_X\left(e_t p_t^*\right)^{b_X} Y_t \end{aligned}$$

Costo marginal real, salario real y horas trabajadas

$$\begin{aligned} mc_t &= \frac{w_t}{\epsilon_t}, \\ w_t &= \xi p_t^C C_t^{\sigma^C}\varphi_t^M N_t^{\sigma^N}, \\ N_t &= \left(Q_t/\epsilon_t\right)\Delta_t \end{aligned}$$

Despeje del mercado de bienes domésticos, PIB y precio relativo del consumo

$$\begin{aligned} Q_t &= Y_t - \left(1-b^A\right)X_t, \\ Y_t &= a_D\tau_t^M G_t\left(p_t^C\right)^{\theta^C} C_t + X_t, \\ p_t^C &= \left(a_D + \left(1-a_D\right)e_t^{1-\theta^C}\right)^{\frac{1}{1-\theta^C}} \end{aligned}$$

Despeje del mercado de dinero y balance del banco central

$$
\begin{aligned}
m_t &= \frac{p_t^C C_t}{\beta_2}\left[\left(\frac{\beta_1\beta_2\beta_3}{1-\frac{1}{1+i_t}}\right)^{\frac{1}{\beta_3+1}}-1\right],\\
b_t &= e_t r_t - m_t
\end{aligned}
$$

Identidades

$$
\frac{\pi_t^C}{\pi_t}=\frac{p_t^C}{p_{t-1}^C},\qquad \frac{e_t}{e_{t-1}}=\frac{\delta_t\pi_t^*}{\pi_t},\qquad \frac{p_t^*}{p_{t-1}^*}=\frac{\pi_t^{*X}}{\pi_t^*}
$$

Grandes ratios

$$
\gamma_t^M=\frac{m_t}{p_t^C C_t},\qquad \gamma_t^D=\frac{e_t d_t}{Y_t},\qquad \gamma_t^R=\frac{e_t r_t}{Y_t}
$$

Prima de riesgo, costos de transacción, y variables auxiliares correspondientes

$$
\begin{aligned}
\tau_t^D &= 1+\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R}, \quad \varphi_t^D=1+\left(\tau_t^D-1\right)\left(1+\frac{\alpha_2\gamma_t^D}{1-\alpha_2\gamma_t^D+\alpha_3\gamma_t^R}\right)\\
\tau_t^M &= 1+\frac{\beta_1}{\left(1+\beta_2\gamma_t^M\right)^{\beta_3}}, \qquad \varphi_t^M=1+\left(\tau_t^M-1\right)\left(1+\beta_3\frac{\beta_2\gamma_t^M}{1+\beta_2\gamma_t^M}\right)
\end{aligned}
$$

Impuestos

$$
\begin{aligned}
tax_t &= \left(G_t-1\right)\tau_t^M p_t^C C_t - qf_t - tax_t^{DCol}\\
qf_t &= \left[\left(1+i_{t-1}^*\right)-1/\delta_t\right]e_t\frac{r_{t-1}}{\pi_t^*}-\left[\left(1+i_{t-1}\right)-1\right]\frac{b_{t-1}}{\pi_t}\\
tax_t^{DCol} &= tax_t^{KF}e_t\left(d_t-\frac{d_{t-1}}{\pi_t^*}\right) \qquad \text{or} \qquad tax_t^{DCol}=tax_t^D e_t d_t
\end{aligned}
$$

Variables de shock autoregresivas

$$
\begin{aligned}
\epsilon_t &= \left(\epsilon_{t-1}\right)^{\rho^\epsilon}\exp\left(\sigma^\epsilon\varepsilon_t^\epsilon\right)\\
G_t &= \left(G_{t-1}\right)^{\rho^G}G^{1-\rho^G}\exp\left(\sigma^G\varepsilon_t^G\right)\\
1+i_t^* &= \left(1+i_{t-1}^*\right)^{\rho^{i^*}}\left(1+i^*\right)^{1-\rho^{i^*}}\exp\left(\sigma^{i^*}\varepsilon_t^{i^*}\right)\\
\phi_t^* &= \left(\phi_{t-1}^*\right)^{\rho^{\phi^*}}\left(\phi^*\right)^{1-\rho^{\phi^*}}\exp\left(\sigma^{\phi^*}\varepsilon_t^{\phi^*}\right)\\
\pi_t^{*X} &= \left(\pi_{t-1}^{*X}\right)^{\rho^{\pi^{**}}}\left(\pi^{*X}\right)^{1-\rho^{\pi^{**}}}\exp\left(\sigma^{\pi^{**}}\varepsilon_t^{\pi^{**}}\right)\\
\pi_t^* &= \left(\pi_{t-1}^*\right)^{\rho^{\pi^*}}\left(\pi^*\right)^{1-\rho^{\pi^*}}\left(p_{t-1}^*\right)^{\alpha_{\pi^*}}\exp\left(\sigma^{\pi^*}\varepsilon_t^{\pi^*}\right).
\end{aligned}
$$

En la implementación en Dynare, las 6 variables de shock se expresan en logaritmos. Por ejemplo, la primera de las ecuaciones de shock es $\epsilon_t=\rho^\epsilon\epsilon_{t-1}+\sigma^\epsilon\varepsilon_t^\epsilon$ (donde se evitó cambiar el nombre de la variable (por, por ejemplo, $l\epsilon_t$) y cada vez que ϵ_t aparece en las ecuaciones del modelo (que no sean de shock) se la reemplaza por $\exp\left(\epsilon_t\right)$ para eliminar la transformación logarítmica. Además, en Dynare la desviación estándar de los shocks estocásticos se define en el bloque de "shocks". Por ejemplo, en el archivo "mod" la primera ecuación de shock es $\epsilon_t = \rho^{\epsilon}\epsilon_{t-1} + \varepsilon_t^{\epsilon}$.

Por último, como los adelantos y rezagos de las variables están prohibidos en el comando "planner_objective" de Dynare, en el caso de las políticas óptimas bajo compromiso, es necesario introducir dos nuevas variables y ecuaciones:

$$di_t = i_t - i_{t-1}, \qquad d\delta_t = \delta_t - \delta_{t-1}.$$

Referencias

Aizenman Joshua, Menzie D. Chinn, and Hiro Ito (2010). The emerging global financial architecture, Tracing and evaluating new patterns of the trilemma's configuration: *Journal of International Money and Finance*, Vol. 29, No. 4, p. 615–641.

Aizenman, Joshua (2012). On the role of international reserves, and regulation of capital movements: The Central Bank of the Argentine Republic Money and Banking Conference, Buenos Aires October 1st-2nd.

Bordo, Michael D. (2003). Exchange rate regime choice in historical perspective: NBER Working Paper 9654, April.

Clarida, Richard, Jordi Gali, and Mark Gertler (2002). A Simple Framework for International Monetary Policy Analysis: *Journal of Monetary Economics*, July, 49 (5), 879–904.

De Paoli, Bianca (2006). Monetary Policy and Welfare in a Small Open Economy: Centre for Economic Performance Discussion paper No. 639.

Escudé, Guillermo J. (2006). Alternative monetary regimes in a DSGE model of a Small Open Economy with Sticky Prices and Wages: Working Paper #12, Central Bank of Argentina, July.

Escudé, Guillermo J. (2007). ARGEM: a DSGE Model with Banks and Monetary Policy Regimes with Two Feedback Rules, Calibrated for Argentina: Working Paper #21, Central Bank of Argentina, June.

Escudé, Guillermo J. (2009). ARGEMmy: An Intermediate DSGE Model Calibrated/Estimated for Argentina: Two Policy Rules are Often Better than One: Working Paper #42, Central Bank of Argentina, May.

Escudé, Guillermo J. (2013). A DSGE Model for a SOE with Systematic Interest and Foreign Exchange Policies in Which Policymakers Exploit the Risk Premium for Stabilization Purposes. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 7 (2013-30): 1-110.

Farhi, Emmanuel, Iván Werning (2012). Dealing with the Trilemma: Optimal Capital Controls with Fixed Exchange Rates: June 2012, NBER Working Paper No. 18199, June.

Fratzscher, Marcel (2012). Capital Controls and Foreign Exchange Policy: ECB Working Paper Series No. 1415, February.

Gali, Jordi and Tommaso Monacelli (2005). Monetary Policy And Exchange Rate Volatility In A Small Open Economy: *Review of Economic Studies*, July, 72 (3), 707–734.

Gali, Jordi and Tommaso Monacelli (2008). Optimal Monetary and Fiscal Policy in a Currency Union: *Journal of International Economics*, September, 76 (1), 116–132.

Obstfeld, Maurice, Jay C. Shambaugh, and Alan M. Taylor (2008). Financial Stability, the Trilemma, and International Reserves: NBER Working Paper No. 14217, August.

Ostry, Jonathan D., Atish R. Ghosh, Karl Habermeier, Marcos Chamon, Mahvash S. Qureshi, and Dennis B.S. Reinhardt (2010). Capital Inflows: The Role of Controls: IMF Staff Position Note, February 19.