



Banca Central

No. 70 - julio / diciembre - 2015 - Año XXIV - Guatemala, C. A.



BANCO DE GUATEMALA

7a. avenida, 22-01, zona 1, Guatemala, C. A.

Apartado Postal: 365

Teléfonos: PBX (502) 2429 6000 / 2485 6000

Télex: 5231 / 5461

Fax: (502) 22534035

Telegramas: GUATEBANCO

Página internet: www.banguat.gob.gt

Banca Central No. 70

(julio-diciembre 2015)

Consejo Editorial

DIRECTOR

OSCAR ROBERTO MONTERROSO SAZO

CONSEJEROS

RÓMULO OSWALDO DIVAS MUÑOZ

LEONEL MORENO MÉRIDA

SALVADOR ORLANDO CARRILLO

JUAN CARLOS CASTAÑEDA FUENTES

CARLOS EDUARDO CASTILLO MALDONADO

COORDINACIÓN

IVAR ERNESTO ROMERO CHINCHILLA

PRODUCCIÓN

SERGIO ARMANDO HERNÁNDEZ RODAS

CARLOS ENRIQUE FRANCO PÉREZ

LEONEL ENRIQUE DUBÓN QUIÑONEZ

DIAGRAMACIÓN

PEDRO MARCOS SANTA CRUZ LÓPEZ

SERVICIOS SECRETARIALES

ANA LUCERO HERRARTE PANTALEÓN

EDICIÓN

JUAN FRANCISCO SAGÜÍ ARGUETA

IMPRESIÓN

EDICIONES DON QUIJOTE S. A.

Banca Central es una publicación semestral, divulgativa del pensamiento institucional del Banco de Guatemala. Debido a que es una Revista de amplio criterio, también está abierta a ideas no necesariamente coincidentes con las del Banco.

Los colaboradores de la Revista son entera y exclusivamente responsables por sus opiniones y, por consiguiente, éstas no reflejan la posición oficial del Banco, a menos que ello se haga constar expresamente.

Es libre la reproducción de los artículos, gráficas y cifras que figuren en la Revista, siempre y cuando se mencione la fuente.

Toda correspondencia deberá dirigirse a: Revista *Banca Central*, Banco de Guatemala, 7ª. avenida, 22-01, zona 1. Código Postal No. 01001.

ÍNDICE

Presentación 3

Trabajos ganadores del Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central "Dr. Manuel Noriega Morales", edición 2014-2015, y documentos elaborados por investigadores del Banco de Guatemala

Primer lugar

Política monetaria y fluctuaciones macroeconómicas en presencia de mercados laborales informales: un modelo DSGE Bayesiano para Guatemala

Carlos Javier Rodríguez Espejo 5

Mención Honorífica

Volatilidad del producto, mercados incompletos y flujos de remesas

*Marola Andrea Castillo Quinto,
Freddy Armando Rojas Cama* 29

Términos de intercambio y fluctuaciones en la economía guatemalteca

*Héctor Augusto Valle Samayoa,
Eva María de León Fajardo* 45

Fiscal policy stimulus: consequences and caveats for monetary policy in Guatemala

Juan Catalán-Herrera 67

Secciones permanentes

Junta Monetaria 95

Autoridades y funcionarios superiores del Banco de Guatemala 96

Red nacional de Bibliotecas del Banco de Guatemala 97



Esta edición, julio-diciembre 2015, de la revista **Banca Central** contiene los dos trabajos premiados en el Certamen Permanente de Investigación sobre Temas de Interés para la Banca Central “Dr. Manuel Noriega Morales” edición 2014-2015 y los documentos de tres investigadores del Banco de Guatemala.

El **Primer lugar** del certamen correspondió al trabajo “Política monetaria y fluctuaciones macroeconómicas en presencia de mercados laborales informales: un modelo DSGE Bayesiano para Guatemala”, del autor **Carlos Javier Rodríguez Espejo**, quien describe en su investigación el modelo de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (DSGE) de tipo neokeynesiano construido para capturar las características más relevantes de la economía guatemalteca y en tal sentido Rodríguez incorpora explícitamente el sector informal de la economía. El autor describe la metodología de estimación utilizada, la cual basó en técnicas bayesianas, ampliamente usadas por la literatura de modelos macroeconómicos en los últimos años. En su investigación presenta los resultados de las estimaciones bayesianas, compara las distribuciones *prior* con las distribuciones posteriores y ofrece las gráficas de impulso-respuesta obtenidas de la simulación del modelo utilizando como valores para los parámetros, los valores obtenidos mediante la estimación bayesiana.

La **Mención Honorífica** fue conferida a los autores **Marola Andrea Castillo Quinto** y **Freddy Armando Rojas Cama** por su investigación “Volatilidad del producto, mercados incompletos y flujo de remesas” en la que se plantearon el objetivo de estudiar los cambios en la volatilidad del producto cuando las remesas se incrementan significativamente con respecto a la renta. Castillo y Rojas analizan estos cambios desde diferentes grados de imperfección en los mercados financieros. La metodología empleada —según los autores— enfatiza en la medición cuantitativa y en el mecanismo de transmisión sobre la base de un modelo de equilibrio general. Su investigación encuentra que la volatilidad del producto es afectada por el tamaño de las remesas; específicamente un aumento de alrededor de 7 puntos porcentuales en el *ratio* remesas-producto triplica la volatilidad de la renta y añaden que efectos mayores son esperados cuando la economía presenta una severidad significativa en la falta de completitud de los mercados. Los cálculos de los autores señalan que la severidad en la falta de completitud de los mercados está asociada a valores más o menos débiles de correlación entre el *ratio* de utilidades marginales y el tipo de cambio real.

El trabajo “Términos de intercambio y fluctuaciones en la economía guatemalteca” de los autores **Héctor Augusto Valle Samayoa** y **Eva María de León Fajardo** investiga el impacto de corto y de largo plazo de las variaciones de los términos de intercambio sobre el producto, el consumo y la inversión en Guatemala en el período 2001-2012. Valle y Fajardo sostienen que en general las economías pequeñas y abiertas son vulnerables a los movimientos transitorios y permanentes en los términos de intercambio por lo que un trabajo de esta naturaleza contribuye en hacer una estimación del impacto de estos *shocks* sobre la economía. El estudio empírico se fundamenta —afirman— en



Deidad maya que aparece en los billetes de veinte quetzales. Es una estilización elaborada por el pintor guatemalteco Alfredo Gálvez Suárez que tomó la figura representada en la página doce del Códice Maya, conservado en la biblioteca de Dresde, Alemania. Dicha figura fue identificada por los historiadores J. Antonio Villacorta C. y Carlos A. Villacorta en su libro *Códices Mayas* —impreso en la Tipografía Nacional de Guatemala en 1930— como “Dios E: con un vaso de plantas en las manos y una cruz en el adorno de la cabeza. Su signo está en el jeroglífico 2; representa la divinidad del maíz o de la agricultura, llamada *Yun Kax*”.

un modelo de tendencias comunes desarrollado sobre la base de un modelo de vectores autorregresivos con restricciones y agregan que a partir de este modelo se identifican los efectos de *shocks* tanto permanentes como transitorios. El período de su estudio permite analizar el episodio de fuertes variaciones de precios de petróleo, materias primas y alimentos experimentados entre 2008 y 2010.

El último trabajo pertenece al autor **Juan Catalán-Herrera**, quien lo redactó en idioma inglés con el título “Fiscal policy stimulus: consequences and caveats for monetary policy in Guatemala”, cuyo *abstract* transcribimos textualmente: “The objective of this paper is to propose a DSGE model that incorporates fiscal considerations, in order to evaluate interactions between fiscal and monetary policies and the consequences and caveats for the latter. The

model is build and estimated for Guatemala taking into account some inherent features of this developing economy. The model is intended to serve as a tool for analyzing fiscal policy from the perspective of the monetary authority, and therefore, it is a model of the business cycle. The importance of this analytical tool becomes evident when realizing that the lack of coordination between monetary and fiscal policies can make the achievement of policy goals, a strenuous process for both authorities. Modeling the interactions between these two policies explicitly, will help to guide and assist policy discussions, within the central bank. The model proposed in this paper is able to replicate the expansive nature of government spending shocks, the positive effects over inflation and the positive response of policy interest rate in face of inflationary pressures induced by a higher public spending.”.

Política monetaria y fluctuaciones macroeconómicas en presencia de mercados laborales informales: un modelo DSGE Bayesiano para Guatemala

Carlos Javier Rodríguez Espejo

1. Introducción

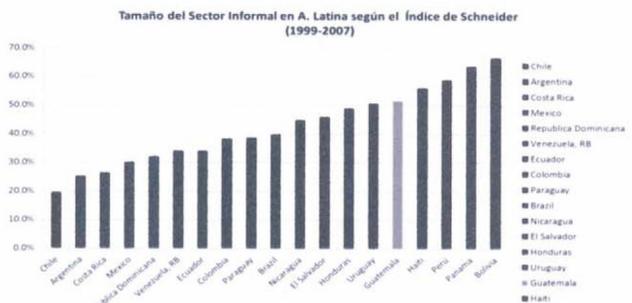
Los modelos de Equilibrio General Dinámico y Estocásticos (DSGE, por sus siglas en inglés) –y en particular el modelo Neokeynésiano– se han convertido en los últimos años en una herramienta útil y ampliamente utilizada tanto por académicos, los bancos centrales alrededor del mundo y otras autoridades de política, a la hora de estudiar el diseño de la política monetaria y la política fiscal. Sin embargo, el modelo Neokeynésiano estándar y una rama importante de esta literatura omite en su análisis la existencia de fricciones en el mercado laboral, pues muchas veces estos modelos asumen que el mercado laboral funciona en un contexto de competencia perfecta y, por lo tanto, las fluctuaciones agregadas solo afectan el mercado de trabajo en el margen laboral intensivo. Sin embargo, diversos estudios empíricos han demostrado que a lo largo del ciclo económico el uso del factor trabajo se ajusta no solo en el margen intensivo, sino también en el extensivo, lo que crea fluctuaciones en el desempleo. En consecuencia, este modelo no está calificado para estudiar el nexo entre inflación y desempleo, y tiene límites para explicar algunos hechos estilizados de los datos (Castillo y Montoro, 2012).

Recientemente algunos autores (Blanchard y Gali 2010, entre otros) han ampliado el modelo Neokeynésiano estándar con la inclusión de desempleo y fricciones en el mercado del trabajo en la línea del modelo de Diamond, Mortensen y Pissarides (DMP).

El modelo DMP incluye fricciones laborales, como el costo de emparejar las vacantes disponibles con las personas en busca de trabajo. Las fricciones de este tipo generan una

dinámica en la tasa de desempleo que se aproxima más a los datos e incide en la política monetaria.

Para el caso de las economías desarrolladas resulta importante estudiar los flujos entre empleo y desempleo, ya que capturan la mayor parte de las fluctuaciones del mercado laboral. Sin embargo, en economías en desarrollo, como Guatemala, cuyos mercados laborales se caracterizan por tener una gran proporción de la fuerza de trabajo en el sector informal, resulta más importante analizar los flujos entre los sectores formal e informal. Según un reciente informe del Banco Interamericano de Desarrollo, América Latina y El Caribe presentan un promedio de 56% de informalidad laboral, constituyéndola como la región del mundo que registra el mayor grado de trabajo informal. Asimismo, según las últimas estimaciones del tamaño del sector informal utilizando el índice de economía subterránea de Schneider (Schneider et al, 2010), Guatemala es uno de los países de Centroamérica y de Latinoamérica, en general, con mayor nivel de informalidad, tal como lo demuestra el gráfico que presentamos a continuación.



Elaboración: Pronia. Datos: Obtenidos de Schneider et al (2010)

Como se puede ver, el alto nivel de informalidad en el mercado laboral constituye un hecho estilizado importante de la economía guatemalteca. En ese sentido, es posible estimar que desde un punto de vista macroeconómico, las economías en desarrollo se diferencian de un sector informal considerable. Este tipo de características generan diferentes reacciones de los agregados macroeconómicos del país en respuesta a los mismos shocks. En tal sentido, intentar aplicar los mismos modelos elaborados para economías desarrolladas para estudiar países en desarrollo es un ejercicio sin mayor sentido y podría llevarnos a conclusiones equivocadas y recomendaciones de política contraproducidas (Ahmed et al, 2012). En ese sentido es necesario elaborar modelos macroeconómicos estructurales para economías en desarrollo, como la economía guatemalteca, que intenten modelar explícitamente las características más relevantes de estas economías, como el alto nivel de informalidad laboral, por ejemplo.

Dada la importancia de la informalidad en los países en desarrollo, el diseño de la política monetaria debería prestar especial cuidado a sus efectos en el mercado laboral y en la dinámica inflacionaria. En particular, desde el punto de vista de la política monetaria, es importante responder las siguientes preguntas: ¿cómo incide la presencia de un sector informal en la dinámica y en el mecanismo de transmisión de política monetaria? En ese sentido, el objetivo de la presente investigación es analizar cómo afecta la presencia de un sector informal el comportamiento de las principales variables macroeconómicas en respuesta a shocks exógenos domésticos y foráneos.

Para ello intentamos abordar esta pregunta modelando la coexistencia de un mercado laboral formal, caracterizado por tasas de salarios más altos y fricciones de búsqueda de empleo y, a su vez, modelamos un mercado laboral informal, con las características opuestas. Todo ello dentro de un modelo Nekeynesiano para una economía pequeña y abierta multisectorial, que modela explícitamente un sector transable y un sector no transable. Asimismo, se modelan las fricciones en el mercado laboral siguiendo a Blanchard y Gali (2010), y se extiende el modelo de Castillo y Montoro (2012), quienes plantean un modelo Nekeynesiano con informalidad, pero en un contexto de economía cerrada. Finalmente, podemos mencionar que un set de parámetros del modelo es estimado utilizando técnicas bayesianas, las cuales se han convertido en la metodología estándar de estimación de modelos

DSGE en la literatura. En particular, haremos uso de los métodos conocidos como Cadenas de Markov Montecarlo (MCMC) para poder aproximarnos a las distribuciones posteriores de los parámetros estimados, los cuales son calculados utilizando un *sampler* indirecto como lo es el algoritmo de Metrópolis-Hastings.

El documento se divide en cinco secciones. En la segunda sección se describe el modelo DSGE de tipo Nekeynesiano construido para capturar las características más relevantes de la economía guatemalteca, en ese sentido incorpora explícitamente el sector informal de la economía. En la sección 3 se describe la metodología de estimación utilizada, la cual se basa en técnicas bayesianas, ampliamente usadas por la literatura de modelos macroeconómicos en los últimos años. En la sección 4 se presentan los resultados de las estimaciones bayesianas, se comparan las distribuciones prior con las distribuciones posteriores y además se presentan las gráficas de impulso-respuesta obtenidas de la simulación del modelo utilizando como valores para los parámetros, los valores obtenidos mediante la estimación bayesiana. Por último en la sección 5 se presentan las conclusiones de la presente investigación, así como algunas recomendaciones de política. En los anexos se presentan algunas derivaciones más detalladas de las ecuaciones del modelo, las cuales son importantes.

2. Modelo teórico: el modelo Nekeynesiano con Informalidad

2.1 Generalidades del modelo

El modelo Nekeynesiano para una economía pequeña y abierta y con presencia de mercados laborales informales desarrollado para analizar el efecto de la informalidad en las fluctuaciones macroeconómicas y la política monetaria de Guatemala se explica a detalle en la presente sección. Este modelo toma elementos de diversos modelos que son conocidos en la literatura por tener buenas propiedades de ajuste con los datos. Seguimos a Gali y Monacelli (2005), quienes formularon el primer modelo Nekeynesiano para una economía pequeña y abierta (SOE, por sus siglas en inglés). Asimismo, siguiendo a Lubik (2003) Santacreu (2005), se extiende el modelo para una economía pequeña y abierta, incorporando bienes transables y no transables. Además, siguiendo a Monacelli (2005) se extiende el modelo SOE básico y se incorpora la existencia de pass-through del tipo de cambio imperfecto. Este hecho ha sido corroborado por la evidencia empírica para diversos países

en desarrollo, incluyendo Guatemala: ver por ejemplo Carpio y Mendoza (2007), quienes encuentran que el efecto traspaso del tipo de cambio es asimétrico, utilizando un modelo de vectores autorregresivos (VAR) con cambio de régimen para modelar no linealidades. Además de rigideces de precios a la Calvo (1983), seguimos a Gali y Gertler (1999) para incorporar indexación de precios en el modelo. Por el lado del mercado laboral, seguimos el trabajo de Blanchard y Gali (2010), quienes se basan en el modelo de Diamond, Mortensen y Pissarides, para incorporar fricciones y costos de búsqueda en el mercado laboral, dentro de un modelo Neokeynesiano caracterizado por rigideces nominales. Por último, seguimos a Castillo y Montoro (2010), quienes propusieron un modelo Neokeynesiano con informalidad pero para el caso de una economía cerrada, y modelando solo bienes transables.

2.2 El comportamiento de las familias

Suponemos que nuestra economía pequeña y abierta al resto del mundo está habitada por un continuo de familias idénticas que viven infinitos periodos. Dichas familias buscan maximizar el esperado del valor presente descontado de su utilidad.

$$\max_{\{C_t, L_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{(C_t - bC_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \eta \frac{(L_t)^{1+\psi}}{1+\psi} \right) \right\} \quad (1)$$

Las familias descuentan los flujos de utilidad futura a la tasa $\beta \in (0,1)$ que representa el factor de descuento subjetivo de las familias. C_t representa el consumo (agregado) de bienes por parte de la familia, y la variable L_t es un índice que agrega la oferta laboral de la familia. Por otro lado, el parámetro σ representa la inversa de la elasticidad intertemporal de sustitución del consumo, el parámetro ψ es la inversa de la elasticidad de la oferta de trabajo con respecto al salario real, y el parámetro b mide la intensidad o grado de formación de hábitos. Por último, el parámetro η captura la desutilidad marginal del trabajo. El consumo agregado de las familias, denotado por CT , es un índice de cantidades que agrupa a los bienes transables $C_{T,t}$ y los bienes no transables $C_{N,t}$ consumidos por el hogar, siguiendo una función de agregación de tipo Armington-CES, tal como lo formularan originalmente Dixit y Stiglitz (1977):

$$C_t = \left[(1-\gamma_1)^{\frac{1}{\theta_1}} C_{T,t}^{\frac{\theta_1-1}{\theta_1}} + \gamma_1^{\frac{1}{\theta_1}} C_{N,t}^{\frac{\theta_1-1}{\theta_1}} \right]^{\frac{\theta_1}{\theta_1-1}} \quad (2)$$

El parámetro θ_1 mide la elasticidad de sustitución entre bienes transables y no transables. Por otro lado, el parámetro $\gamma_1 \in (0,1)$ mide la ponderación que la familia le asigna al consumo de bienes no transables. Es importante señalar que las familias deben resolver dos problemas de optimización simultáneamente: un problema intratemporal y un problema intertemporal ($t=0,1,2,\dots$). El problema intratemporal de las familias consiste en elegir, el día de hoy, óptimamente su consumo de bienes transables y su consumo de bienes no transables de tal manera de que se maximice su utilidad. No obstante, también es posible resolver este problema mediante la minimización de su gasto en bienes de consumo (problema dual). Para ello podemos proceder siguiendo el método conocido como "presupuesto en dos estados" de Dixit y Stiglitz (1977). En el primer estado, las familias determinan el gasto total que asignarán a los bienes de consumo C_t . En el segundo estado, las familias deben determinar la demanda óptima de cada tipo de bien (transable y no transable), de tal manera que se minimice el gasto agregado en bienes de consumo. Formalmente tenemos que:

$$\min_{C_{T,t}, C_{N,t}} P_{T,t} C_{T,t} + P_{N,t} C_{N,t} \text{ s.a. } C_t = \left[(1-\gamma_1)^{\frac{1}{\theta_1}} C_{T,t}^{\frac{\theta_1-1}{\theta_1}} + \gamma_1^{\frac{1}{\theta_1}} C_{N,t}^{\frac{\theta_1-1}{\theta_1}} \right]^{\frac{\theta_1}{\theta_1-1}} \quad (3)$$

Luego de resolver el problema de asignación óptima del gasto en bienes transables y no transables, obtenemos las demandas óptimas para ambos tipos de bienes:

$$C_{T,t} = (1-\gamma_1) \left(\frac{P_{T,t}}{P_t} \right)^{-\theta_1} C_t \dots (4) \quad C_{N,t} = \gamma_1 \left(\frac{P_{N,t}}{P_t} \right)^{-\theta_1} C_t \dots \quad (5)$$

Donde $P_{T,t}$, $P_{N,t}$, P_t son los índices de precios de los bienes transables, de los bienes no transables y de la canasta de consumo agregado, respectivamente. En particular, el precio de la canasta de consumo C_t está dado por P_t y puede ser interpretado como el índice de precios al consumidor (IPC):

$$P_t = \left[(1-\gamma_1)(P_{T,t})^{1-\theta_1} + \gamma_1(P_{N,t})^{1-\theta_1} \right]^{\frac{1}{1-\theta_1}} \quad (6)$$

Es importante, además, señalar que los bienes transables que son consumidos domésticamente provienen de 2 destinos: una fracción de ellos son producidos domésticamente y la fracción restante es producida en el resto del mundo (bienes importados). En ese sentido, el consumo de bienes transables está determinado por la

siguiente función tipo CES que agrega los bienes transable producidos dentro del país ($C_{H,t}$) y los bienes transables importados ($C_{M,t}$):

$$C_{T,t} = \left[(1-\gamma_2)^{\frac{1}{\theta_2}} (C_{H,t})^{\frac{\theta_2-1}{\theta_2}} + \gamma_2^{\frac{1}{\theta_2}} (C_{M,t})^{\frac{\theta_2-1}{\theta_2}} \right]^{\frac{\theta_2}{\theta_2-1}} \quad (7)$$

El parámetro θ_2 mide la elasticidad de sustitución entre los bienes transables producidos domésticamente ($C_{H,t}$) y los bienes transables importados ($C_{M,t}$). Por su parte, el parámetro $\gamma_2 \in (0,1)$ representa la ponderación que la familia le asigna al consumo de bienes importados. En ese sentido, γ_2 puede ser interpretado como el grado de apertura de la economía. Al igual que para el consumo total o agregado C_t la familia debe asignar óptimamente su gasto y repartirlo en el consumo de bienes transables producidos domésticamente y en bienes transables producidos en el resto del mundo. Es decir, las familias deben resolver un problema similar al descrito en (3). La demanda óptima de bienes transables producidos en el país y de bienes transables importados están dadas por:

$$C_{H,t} = (1-\gamma_2) \left(\frac{P_{H,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta_2} C_{T,t} \dots \quad (8) \quad C_{M,t} = \gamma_2 \left(\frac{P_{M,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta_2} C_{T,t} \dots \quad (9)$$

donde $P_{H,t}$, $P_{M,t}$ son los precios de los bienes transables producidos domésticamente y de los bienes transables importados, respectivamente. Así mismo, el índice de precios de los bienes transables $P_{T,t}$ está dado por:

$$P_{T,t} = \left[(1-\gamma_2)(P_{H,t})^{1-\theta_2} + \gamma_2(P_{M,t})^{1-\theta_2} \right]^{\frac{1}{1-\theta_2}} \quad (10)$$

Luego, el gasto total que las familias destinan a los bienes de consumo está dado por:

$$P_t C_t = P_{T,t} C_{T,t} + P_{N,t} C_{N,t} = P_{H,t} C_{H,t} + P_{M,t} C_{M,t} + P_{N,t} C_{N,t} \quad (11)$$

Como se señaló, L_t está compuesto por una fracción de miembros de la familia, quienes ofertan su trabajo al sector formal ($L_{F,t}$), mientras que la fracción restante oferta su mano de obra al sector informal ($L_{I,t}$). Este índice agregado de la oferta laboral de la familia también sigue una especificación de tipo CES:

$$L_t = \left[\frac{1}{\theta_L} (L_{F,t})^{\frac{1+\theta_L}{\theta_L}} + (1-\frac{1}{\theta_L}) (L_{I,t})^{\frac{1+\theta_L}{\theta_L}} \right]^{\frac{\theta_L}{1+\theta_L}} \quad (12)$$

donde L_L es un parámetro que representa la fracción de miembros del hogar que se encuentran empleados en el sector formal de la economía, y en consecuencia $(1-L_L)$ representará la fracción que trabaja en el sector informal. Por otro lado, el parámetro $\theta_L \in (0,\infty)$ captura la elasticidad de sustitución de la oferta laboral entre el sector formal y el informal. Modelar la oferta laboral del hogar de esta manera nos permite tomar en cuenta la imperfecta movilidad laboral que existe entre el sector formal y el sector informal. Este argumento es coherente con el supuesto de mercados laborales segmentados. En ese sentido, la función de agregación (ecuación 12) captura la idea de que la movilidad laboral entre el sector formal y el sector informal es imperfecta, y como resultado de ello, los salarios que recibirán los trabajadores del sector informal serán distintos del salario recibido por un trabajador del sector formal.

Asimismo, siguiendo el modelo original de Harris y Tedaro y las discusiones de Zeneu (2008), introducimos los siguientes dos supuestos con la finalidad de preservar la tratabilidad del modelo. Primero, asumiremos que cuando un trabajador del sector formal se encuentra desempleado, este preferirá seguir en dicha condición y continuar su búsqueda de empleo en el sector formal, antes que aceptar un empleo en el sector informal. Segundo, los trabajadores del sector informal no pueden buscar empleo en el sector formal mientras se encuentran trabajando en el sector informal. Esto implica que los trabajadores en el sector informal deberán renunciar primero a su empleo vigente y pasar a ser desempleados para recién poder iniciar su búsqueda de un empleo en el sector formal. En consecuencia, en cada periodo t , existirá una fracción de trabajadores del sector informal δI que decidirá dejar su empleo. La dinámica de las fracciones de miembros de hogar que se encuentran empleados en el sector formal $L_{F,t}$ y en el sector informal $L_{I,t}$ pueden ser descritas mediante las siguientes ecuaciones:

$$L_{F,t} = (1-\delta_F)L_{F,t-1} + A_{F,t} \dots \quad (13) \quad L_{I,t} = (1-\delta_I)L_{I,t-1} \dots \quad (14)$$

Donde $A_{F,t}$ representa la nueva creación de empleados en el sector formal y δt es la tasa de renuncias del sector formal en el periodo t . Por simplicidad, asumimos que $\delta_F = \delta_I = \delta$. Las ecuaciones (13) y (14) implican que estamos asumiendo que a nivel de hogares (y a nivel de la economía) hay una cierta cantidad constante de mano de obra que se distribuye entre: empleo en el sector formal,

empleo en el sector informal y el desempleo. Asimismo, en cada periodo hay un flujo de trabajadores, tanto del sector formal como del sector informal, que pasan a estar desempleados. A su vez, cada período hay miembros del hogar que dejan de estar desempleados, pero este flujo solo pasa al sector formal, al ser contratados por las firmas, y está denotado por la variable $A_{F,t}$. Por lo tanto, de acuerdo a (13) y (14), cada período hay una tasa positiva de trabajadores que pasan de estar empleados a estar desempleados, lo cual aumenta la tasa de desempleo en las siguientes cantidades: $\delta L_{F,t-1}$ y $\delta L_{I,t-1}$ representan los flujos de entrada y salida de la fuerza de trabajo, a diferencia de diversos estudios de corte microeconómico, quienes modelo [sic] la oferta laboral utilizando el concepto de margen intensivo, entendido como la cantidad de horas de trabajo ofrecidas.

La fracción de miembros del hogar que se encuentran desempleados, al inicio del periodo t , está dada por:

$$U_t = 1 - (1 - \delta)(L_{F,t-1} + L_{I,t-1}) \quad (15)$$

El empleo en el sector formal e informal es remunerado con los salarios normales denotados por $W_{F,t}$ y $W_{I,t}$ respectivamente¹. Dadas las características del mercado laboral

en nuestro modelo, las siguientes conclusiones deben ser satisfechas:

$$L_{F,t} \geq 0, L_{I,t} \geq 0, u_t \geq 0, W_{F,t} > W_{I,t}, L_{F,t} + L_{I,t} + u_t = 1 \quad (17)$$

Luego de una breve explicación de cómo está compuesta la oferta de mano de obra por parte de los miembros del hogar, regresemos al problema de optimización intertemporal que enfrentan los hogares. Para ello es necesario que definamos los componentes de la restricción presupuestaria de la familia. Los ingresos de la restricción presupuestaria de las familias constan de los siguientes elementos. En primer lugar, dado que los hogares son dueños de las firmas, reciben dividendos. Asimismo, reciben ingresos provenientes de la mano de obra que ofertan tanto al sector formal como al sector informal; y reciben un rendimiento nominal (R_{t-1}) de la tendencia de bonos del periodo anterior (B_{t-1}):

$$P_t C_t + R_t < W_{F,t} L_{F,t} + W_{I,t} L_{I,t} + D_t + R_{t-1} B_{t-1} \quad (18)$$

Por otro lado, el gasto de las familias se reparte en gasto en bienes de consumo C_t y en la compra de activos (bonos), B_t

¹ En principio, siguiendo el modelo de Diamond, Mortensen y Pissarides, podríamos asumir que los trabajadores desempleados gozan de algún tipo de ingreso, por ejemplo un seguro de desempleo. Sin embargo, no incorporar esto dentro del presente modelo no genera mayores cambios en la dinámica del mismo.

El problema de optimización intertemporal que enfrentan las familias puede ser resuelto por medio de la función Lagrangeana dada por la ecuación (19), al resolver dicho problema, la familia tomará a $L_{F,t}$ como dado. Esto se deriva del hecho que la oferta de $L_{F,t}$ es el resultado de un proceso de negociación (á la Nash) entre firmas y trabajadores en el sector formal para determinar el salario de los trabajadores. Este proceso de negociación es estándar en la literatura de modelos DSGE con fricciones laborales².

$$\max_{\{C_t, B_t, L_{F,t}\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(C_t - bC_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\eta}{1+\eta} \left[\tau_L \frac{1+\sigma_L}{\sigma_L} (L_{F,t})^{\frac{1+\sigma_L}{\sigma_L}} + (1-\tau_L) \frac{1+\sigma_L}{\sigma_L} (L_{I,t})^{\frac{1+\sigma_L}{\sigma_L}} \right]^{\frac{\sigma_L(1+\sigma)}{1+\sigma_L}} \right] - \lambda_t \left[P_t C_t + B_t - W_{F,t} L_{F,t} - W_{I,t} L_{I,t} - D_t - R_{t-1} B_{t-1} \right] \right\} \quad (19)$$

Las condiciones de primer orden del problema intertemporal de las familias están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\partial}{\partial C_t} : (C_t - bC_{t-1})^{-\sigma} = \lambda_t P_t \dots (20) \quad \frac{\partial}{\partial B_t} : \beta E_t \lambda_{t+1} R_t = \lambda_t \dots (21)$$

Combinando las dos ecuaciones anteriores, podemos encontrar la ecuación de Euler:

$$\beta E_t \frac{(C_{t+1} - bC_t)^{-\sigma} P_t}{(C_t - bC_{t-1})^{-\sigma} P_{t+1}} = \frac{1}{R_t} \quad (22)$$

La otra condición de primer orden:

$$\frac{\partial}{\partial L_{I,t}} : \eta \left[\tau_L \frac{1+\sigma_L}{\sigma_L} (L_{F,t})^{\frac{1+\sigma_L}{\sigma_L}} + (1-\tau_L) \frac{1+\sigma_L}{\sigma_L} (L_{I,t})^{\frac{1+\sigma_L}{\sigma_L}} \right]^{\frac{\sigma_L(1+\sigma)}{1+\sigma_L}} \left(\frac{L_{I,t}}{1-\tau_L} \right)^{\frac{1}{\sigma_L}} = \lambda_t W_{I,t} \quad (23)$$

Como se puede ver en la expresión anterior, la igualdad entre el salario real y la tasa marginal de sustitución del consumo y el ocio se cumple solo para el sector informal. Esto se debe a que la oferta laboral en el sector formal se determina a través de un proceso de negociación entre los trabajadores y las firmas.³

2.3 Firmas productoras de bienes domésticos

2.3.1 Bienes intermedios transables, bienes finales no transables

Como se mencionó, en nuestro modelo, la economía se caracteriza por la producción de dos tipos de bienes: transables y no transables. La producción de bienes

² Para un enfoque similar ver Blanchard y Gali (2010) y Mattesini y Rossi (2009).
³ La justificación de este argumento es que el sector formal está caracterizado por fricciones laborales, para la búsqueda y contratación de nuevos empleados, lo cual está sustentado en evidencia empírica (Zenou, 2011).

transables se modela como un proceso de dos etapas: en su producción participan firmas productoras de bienes intermedios (que proveen los insumos) y firmas productoras de bienes finales.⁴ Por lo tanto asumiremos que existe un continuo de firmas que producen los bienes transables intermedios.

El continuo de firmas productoras de bienes intermedios transables produce dos tipos de estos bienes. El primer tipo de bien, Y_{HF} , es un bien producido por firmas que operan en el sector informal. Estos dos tipos de bienes intermedios transables son diferentes, pero ambos son vendidos en un mercado competitivo a precios diferentes, denotamos por P_{HF} y P_{HI} , respectivamente. Estos dos bienes son utilizados como insumo por las firmas que producen los bienes transables finales Y_{HF} . Por otro lado, los bienes no transables son completamente producidos por firmas que operan en el sector informal. Este es un supuesto coherente pues comúnmente el sector informal está caracterizado por producir bienes no transables (i. e. servicios tales como restaurantes de comida, por ejemplo). Asimismo, asumimos que el sector informal está caracterizado por mano de obra de baja productividad comparada con el sector formal. En la actualidad existe evidencia empírica que confirma este supuesto, para una discusión más detallada ver Loayza (1997) y Zenou (2008). Además, asumiremos que la tecnología de todos los sectores está dada por una función de producción de retornos a escala constantes. Por consiguiente, las funciones de producción de los dos tipos de productores de bienes transables intermedios están dadas por una:

$$Y_{HF,t} = Z_{HF,t} L_{F,t} \dots (33); Y_{HI,t} = \omega Z_{HI,t} L_{HI,t} \dots (34)$$

donde $\omega < 1$ captura el supuesto de que la productividad de los trabajadores del sector informal es menos que la de los trabajadores empleados en el sector formal. $L_{HI,t}$ representa la fracción de trabajadores empleados en las firmas que producen bienes transables intermedios y que operan en el sector informal. Por su parte, Z_{HF} captura la productividad en el sector de bienes transables, y su comportamiento es descrito mediante el siguiente proceso autorregresivo de primer orden:

$$\ln Z_{HF,t} = \rho_H \ln Z_{HF,t-1} + \varepsilon_{HF,t}, 0 < \rho_H < 1 \quad (35)$$

⁴ La razón principal detrás de este tipo de modelamiento de la producción de bienes y siguiendo a diversos trabajos que han introducido fricciones laborales en modelos Nekeynesiano –por ejemplo, Blanchard y Gali (2010)– es separar el proceso de negociación de salarios del proceso de fijación de precios, ya que incluir ambos en una misma firma complicará la tratabilidad del modelo y dificultará el análisis de los resultados.

donde ε_{HF} es una perturbación normal gaussiana con media cero y varianza σ_{HF}^2 . Como se mencionó, los bienes no transables son producidos solo por el sector informal, cuya tecnología de producción está dada por:

$$Y_{NI,t} = Z_{NI,t} L_{NI,t} \quad (36)$$

donde $L_{NI,t}$ es la fracción de trabajadores empleados en el sector informal que trabajan en las firmas productoras de bienes no transables. Asimismo, Z_{NI} representa la productividad de la firma que produce bienes no transables, y también sigue un proceso autorregresivo de orden uno:

$$\ln Z_{NI,t} = \rho_N \ln Z_{NI,t-1} + \varepsilon_{NI,t}, 0 < \rho_N < 1 \quad (37), \text{ donde } \varepsilon_{NI,t} \text{ es una perturbación normal gaussiana con media cero y varianza } \sigma_{\varepsilon_{NI}}^2.$$

Fricciones en el mercado laboral: En este modelo se introducen las fricciones en el mercado laboral mediante el supuesto de que las firmas y trabajadores del sector formal enfrentan fricciones o problemas de búsqueda. Es decir, el mercado laboral del sector formal estará caracterizado por trabajadores que se encuentran buscando una vacante y por firmas que están buscando trabajadores para llenar una vacante disponible; sin embargo, el emparejamiento entre ambas partes no es perfecto o inmediato. Asimismo, esta fricción en el mercado laboral implica que las empresas incurren en costos en el proceso de contratación de trabajadores. Similarmente, los trabajadores necesitan emplear tiempo y recursos económicos para buscar y encontrar a aquellas firmas que tengan vacantes disponibles. En el modelo original de Diamond, Mortensen y Pissarides (DMP) se introducen las fricciones laborales considerando que las empresas enfrentan costos de contratación determinados por la “estrechez” del mercado laboral, definida a su vez por la razón de vacantes a desempleo. La “estrechez” en el mercado laboral es una variable importante en el modelo de DMP pues nos dice qué tan fácil es encontrar empleo para un trabajador y qué tan fácil (o difícil) es llenar una vacante para una empresa. En ese sentido, el costo del proceso de búsqueda es creciente en el grado de “estrechez” para las firmas, y dicho costo es decreciente para los trabajadores en búsqueda de empleo. Cuando el grado de “estrechez” del mercado laboral es alto (i. e. el número de vacantes por trabajador desempleado es alto), la probabilidad de que un trabajador desempleado encuentre un trabajo es alto; mientras que si esto ocurre, para una empresa del sector será difícil llenar una vacante. Por el contrario, si el grado de “estrechez” del mercado

laboral es bajo, la probabilidad de que un trabajador encuentre empleo es baja, pues habrá muchos trabajadores desempleados detrás de pocas vacantes disponibles. En este caso, desde el punto de vista de la empresa, la probabilidad de llenar una vacante es alta. Blanchard y Gali (2010) introdujeron un índice alternativo al de DMP para denotar el grado de "estrechez" del mercado laboral. Dichos autores definieron la "estrechez" del mercado laboral como la razón de contratación (agregada) a desempleo, al cual ellos denominan la tasa de búsqueda de trabajo. En términos de la nomenclatura de nuestro modelo, este índice estará dado por:

$$X_{F,t} = \frac{A_{F,t}}{U} \quad (38)$$

donde U_1 denota la tasa de desempleo al inicio del periodo. De acuerdo a Blanchard y Gali (2010), este tipo de especificación es preferible al ratio entre número de vacantes y número de desempleados, pues simplifica la relación entre costos de contratación y "estrechez" del mercado laboral. Siguiendo a Blanchard y Gali (2010), Gali (2011), y Castillo y Montoro (2012), el costo de contratación que enfrenta una empresa del sector formal tiene la siguiente forma funcional:

$$G_{F,t} = \Theta Z_{H,t} X_{F,t}^\alpha \quad \alpha \geq 0 \quad (39)$$

donde $G_{F,t}$ es el costo de contratación que enfrenta una firma del sector formal, medido en términos del bien de consumo agregado, y el parámetro Θ es una constante positiva⁵. En términos generales, las firmas en ambos sectores –formal e informal– buscan maximizar sus beneficios esperados descontados, eligiendo óptimamente el nivel de trabajo que demandarán, dado el salario y el costo de contratación (en el caso del sector formal):

$$\max E_t \left(\sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \frac{U'(C_{t+j})}{U'(C_t)} \left[\Pi_{t+j}(i, s) \right] \right) \quad (40)$$

= $\Xi_{t,t+j}$

donde la variable $i=\{F,I\}$ indica si la firma opera en el sector formal o en el sector informal; mientras que la variable $s=\{H,N\}$ nos indica si se trata de una firma productora de bienes y servicios de bienes transables o de bienes no transables, respectivamente. El término

$\Xi_{t,t+j}$ es el factor de descuento estocástico o deflactor de precios de estado, mientras que Π representa la función de beneficios a maximizar, para los tres tipos de firmas considerados, están dadas por:

$$\Pi_t(F, H) = \frac{\overbrace{P_{HF,t} Z_{H,t} L_{F,t}}^{\text{Ingresos}}}{P_t} - \frac{1}{P_t} \overbrace{[W_{F,t} L_{F,t} + P_t G_{F,t} A_{F,t}]}^{\text{Costos}} \quad (41)$$

= $Y_{HF,t}$

$$\Pi_t(I, H) = \frac{P_{HI,t}}{P_t} \omega Z_{H,t} L_{HI,t} - \frac{1}{P_t} [W_{I,t} L_{HI,t}] \quad (42)$$

= $Y_{HI,t}$

$$\Pi_t(I, N) = \frac{P_{NI,t}}{P_t} Z_{N,t} L_{NI,t} - \frac{1}{P_t} [W_{I,t} L_{NI,t}] \quad (43)$$

= $Y_{NI,t}$

Para las firmas productoras de bienes transables intermedios que operan en el sector formal, las condiciones de primer orden están dadas por:

$$\left\{ \frac{P_{HF,t}}{P_t} Z_{H,t} - \frac{1}{P_t} [W_{F,t} + P_t G_{F,t} - (1-\delta)BE_t \left(\frac{U'(C_{t+1})}{U'(C_t)} P_{t,t} G_{F,t} \right)] \right\} = 0 \quad (44)$$

Esto indica que las firmas productoras de bienes transables intermedios que operan en el sector formal contratarán mano de obra hasta el punto en el que el beneficio marginal de una unidad adicional de mano de obra se iguale con el costo marginal de contratar a ese trabajador adicional. Bajo un contexto de competencia perfecta en el mercado de trabajo, el beneficio marginal de la firma es igual al valor del producto marginal del trabajo, mientras que el costo marginal es igual al salario laboral. No obstante cuando existe algún tipo de fricción, como lo es la persona de búsqueda, habrá costos y beneficios adicionales que tomar en cuenta. En un mercado con tales características, el costo de búsqueda y contratación en el que incurre una firma al decidir emplear un trabajador en el periodo t , toma parte del costo marginal de dicha firma; mientras que el ahorro futuro (descontado) proveniente de mantener el mismo trabajador (es decir, no incurrir en nuevos costos de búsqueda) forma parte de los beneficios adicionales de la firma. Por tanto, las firmas tomarán en cuenta ambas cantidades –el costo de búsqueda y el ahorro generado si deciden mantener al mismo trabajador–, además el producto marginal y el salario, cuando decidan sobre el nivel de empleo que contratarán.

Las condiciones de primer orden para las firmas que producen bienes intermedios transables pero que operan en el sector informal están dadas por:

⁵ Es necesario mencionar que este costo está dado exógenamente para una empresa en particular, ya que depende de las vacantes en el mercado laboral agregado y de la tasa de desempleo también a nivel agregado

$$\frac{P_{H,t}}{P_t} \omega Z_{H,t} - \frac{1}{P_t} W_{L,t} = 0 \quad (45)$$

Dado que no hay fricciones en el mercado laboral para las firmas y trabajadores que operan en el sector informal, el salario es igual al valor de la productividad marginal del trabajo. Las condiciones de optimalidad para las firmas productoras de bienes no transables serán las mismas.

$$\frac{P_{N,t}}{P_t} Z_{N,t} - \frac{1}{P_t} W_{L,t} = 0 \quad (46)$$

La condición de primer orden indica que las firmas maximizadoras de beneficios igualan su ingreso marginal con sus costos marginales para determinar el nivel óptimo de empleo a demandar. En consecuencia, la firma productora de bienes transables intermedios en el sector formal iguala su ingreso marginal con el costo marginal total, dado por la suma del salario y de los costos de contratación neto (es decir, quitándole el ahorro asociado a no tener que contratar en el futuro).

Determinación de los salarios

La determinación de los salarios se explica a detalle en el anexo A.

Fijación de precios de las firmas productoras de bienes no transables

Como se resaltó, los mercados para ambos tipos de bienes transables intermedios son perfectamente competitivos. Por lo tanto, las firmas son tomadoras de precios. Por otra parte, las firmas productoras de bienes no transables operan en competencia monopolística y dado el poder de mercado que tienen, pueden fijar sus precios, en particular, siguiendo un esquema a la Calvo (1983). Estas firmas, al igual que las firmas productoras de bienes finales domésticos, fijan precios según un mecanismo de tipo Calvo (1983). Asumimos, que la fracción de firmas ε_N no podrá reajustar ópticamente sus precios, mientras que la fracción restante $1-\varepsilon_N$ sí lo podrá hacer. Asimismo, siguiendo a Gali y Gertler (1999), asumiremos que la fracción de firmas σ_N son *backward looking* y la fracción restante $(1-\sigma_N)$ es *forward-looking*, es posible obtener una expresión para la inflación de bienes no transables. Definiendo a la tasa de inflación como $\pi_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$, podemos obtener una expresión para la inflación de los bienes no transables, expresada por la siguiente Curva de Philips híbrida:

$$\pi_{N,t} = \kappa_{b,N} \pi_{N,t-1} + \kappa_{f,N} E_t \pi_{N,t+1} + \lambda_N m c_{N,t} \quad (58)$$

donde: $\kappa_{b,N} = \frac{\zeta_N}{\varepsilon_N + \zeta_N(1-\varepsilon_N(1-\beta))}$, $\kappa_{f,N} = \frac{\beta \varepsilon_N}{\varepsilon_N + \zeta_N(1-\varepsilon_N(1-\beta))}$

$$\lambda_N = \frac{(1-\zeta_N)(1-\varepsilon_N)(1-\beta \varepsilon_N)}{\varepsilon_N + \zeta_N(1-\varepsilon_N(1-\beta))}$$

2.3.2 Firmas productoras de bienes transables finales y exportadoras

Existe un continuo de firmas que operan en competencia monopolística que “combinan” los dos tipos de bienes transables intermedios producidos domésticamente, con la finalidad de producir bienes transables diferenciados que son vendidos tanto al mercado doméstico como a los mercados internacionales. La función de producción usada por la *i*-ésima firma para producir el *i*-ésimo bien transable final, puede ser expresada mediante la siguiente función de producción de tipo CES:

$$Y_{H,t}^i = \left[(1-\gamma_3)^{\frac{1}{\theta_3}} (Y_{HF,t}^i)^{\frac{(\theta_3-1)}{\theta_3}} + (\gamma_3)^{\frac{1}{\theta_3}} (Y_{HL,t}^i)^{\frac{(\theta_3-1)}{\theta_3}} \right]^{\theta_3 / (\theta_3-1)} \quad (59)$$

Donde $Y_{H,t}^i$ son los bienes transables finales producidos por la firma *i*-ésima. Asimismo, $Y_{HF,t}^i$ y $Y_{HL,t}^i$ son respectivamente la producción de bienes intermedios transables producidos por firmas que operan en el sector formal e informal, y que son utilizados como insumos por la *i*-ésima firma productora de bienes finales. El parámetro θ_3 mide la elasticidad de sustitución entre los dos insumos necesarios para la producción de bien final. Por último, γ_3 representa la participación de cada insumo dentro de la función de producción. La función de producción agregada de los bienes transables finales estará dada por:

$$\int_0^1 Y_{H,t}^i di = Y_{H,t} = \left[(1-\gamma_3)^{\frac{1}{\theta_3}} (Y_{HF,t})^{\frac{(\theta_3-1)}{\theta_3}} + (\gamma_3)^{\frac{1}{\theta_3}} (Y_{HL,t})^{\frac{(\theta_3-1)}{\theta_3}} \right]^{\theta_3 / (\theta_3-1)}$$

La firma productora del bien transable final debe elegir ópticamente cuánto demandar de cada tipo de insumo, para ello busca minimizar sus costos sujeto a su función de producción. En consecuencia, la demanda óptima de insumos (bienes transables intermedios) está dada por:

$$Y_{HF,t} = (1-\gamma_3) \left(\frac{P_{HF,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\theta_3} Y_{H,t} \quad (60)$$

$$Y_{HL,t} = \gamma_3 \left(\frac{P_{HL,t}}{P_{H,t}} \right)^{-\theta_3} Y_{H,t} \quad (61)$$

donde $P_{HF,t}$, $P_{HI,t}$ y $P_{H,t}$ son los precios de $Y_{HF,t}$, $Y_{HI,t}$ y $Y_{H,t}$ respectivamente. Asumimos que el único costo en el que incurren las firmas que producen los bienes transables finales es el gasto en la compra de bienes transables intermedios, los cuales son utilizados como insumos de producción. Por lo tanto, el costo marginal de las firmas productoras de bienes transables finales es:

$$MC_{H,t} = \left[(1-\gamma_3)(P_{HF,t})^{1-\theta_3} + \gamma_3(P_{HI,t})^{1-\theta_3} \right]^{\frac{1}{(1-\theta_3)}} \quad (62)$$

3.4 Firmas importadoras

Al igual que con las firmas productoras de bienes transables y las firmas productoras de bienes transables finales, asumimos que existe un continuo de firmas que operan en competencia monopolística y que importan y distribuyen los bienes extranjeros.

Estas firmas, al igual que las firmas productoras de bienes finales domésticos, fijan precios según un mecanismo de tipo Calvo (1983). Asumimos que la fracción de firmas ε_M no podrá reajustar óptimamente sus precios, mientras que la fracción restante $1-\varepsilon_M$ sí lo podrá hacer. Asimismo, siguiendo a Galí y Gertler (1999), asumiremos que la fracción de firmas σ_M son *backward looking* y la fracción restante es *forward-looking*, es posible obtener una expresión para la inflación de bienes importados, dada por la siguiente Curva de Philips híbrida:

$$\pi_{M,t} = \kappa_{b,M} \pi_{M,t-1} + \kappa_{f,M} E_t \pi_{M,t+1} + \lambda_M \psi_t \quad (63)$$

donde:

$$\kappa_{b,M} = \frac{\zeta_M}{\varepsilon_M + \zeta_M(1-\varepsilon_M(1-\beta))}, \quad \kappa_{f,M} = \frac{\beta \varepsilon_M}{\varepsilon_M + \zeta_M(1-\varepsilon_M(1-\beta))}, \quad \lambda_M = \frac{(1-\zeta_M)(1-\varepsilon_M)(1-\beta \varepsilon_M)}{\varepsilon_M + \zeta_M(1-\varepsilon_M(1-\beta))}$$

Esto implica que la dinámica de la inflación de los bienes transables puede ser obtenida mediante el promedio ponderado de la inflación de los bienes transables producidos domésticamente y de la inflación de bienes transables importados, donde el ponderador es Y_2 que mide el grado de apertura de la economía como ya se explicó. Log-linealizando el índice de precios de los bienes transables (ecuación 3.10X) alrededor de su estado estacionario, podemos obtener una expresión para la inflación de bienes transables, dada por la curva de Philips Neokeynesiana:

$$\pi_{T,t} = (1-\gamma_2)\pi_{H,t} + \gamma_2\pi_{M,t}; \pi_{T,t} = \pi_{H,t} - \gamma_2(\pi_{H,t} - \pi_{M,t}) = \pi_{H,t} - \gamma_2(v_t - v_{t-1}) \quad (64)$$

De la misma manera, la inflación total (o agregada)

de la economía puede ser obtenida log-linealizando la ecuación (3.6) alrededor de su estado estacionario como se ve a continuación, la inflación agregada es una suerte de promedio ponderado entre la inflación de los bienes transables y la inflación de los bienes no transables.

$$\pi_t = (1-\gamma_1)\pi_{T,t} + \gamma_1\pi_{N,t} \quad (65)$$

3.5 Regla de política monetaria

Para cerrar el modelo es necesario caracterizar el comportamiento de la autoridad de política monetaria mediante una regla. El comportamiento de la autoridad monetaria es modelado mediante una regla de política monetaria a la Taylor, que determina el comportamiento que tiene la autoridad monetaria frente a los desvíos de la inflación y de la brecha del producto.

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_r} \left[\left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\phi_\pi} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{\phi_y} \right]^{(1-\rho_r)} \varepsilon_{r,t} \quad (70)$$

El parámetro $\rho_r \in (0,1)$ representa el grado de inercia de la tasa de interés de política monetaria. Asimismo, asumimos que la regla de Taylor se ve afectada por un shock de tasa de interés $\varepsilon_r \sim iid$, el cual se interpreta como la parte no sistemática de la política monetaria. Es importante destacar que dos parámetros importantes de la regla de Taylor son ϕ_π y ϕ_y , los cuales representan las preferencias del Banco de Guatemala por controlar la inflación y la brecha del producto, respectivamente. Se asume que ambos coeficientes son no negativos, y son elegidos por la autoridad monetaria, según las preferencias de esta. Dado que el objetivo principal del Banco Central es mantener la estabilidad de precios, se debe cumplir que: $\phi_\pi > \phi_y$ y además que $\phi_\pi > 1$. En la siguiente sección se explica el procedimiento de la calibración y estimación de los parámetros del modelo utilizando técnicas Bayesianas.

3. Metodología econométrica: estimación Bayesiana

En el presente trabajo empleamos técnicas Bayesianas para evaluar y estimar el modelo DSGE propuesto, dadas las ventajas que esta tiene frente a métodos tradicionales como Máxima Verosimilitud o el Método Generalizado de Momentos (GMM).

Datos usados para las variables observables

La descripción de los datos empleados así como el tratamiento de los mismos se encuentra en el anexo D, subsección "Datos". Asimismo, debemos mencionar que como el número de shocks considerados (6 en total)

es mayor que el número de variables observables que usamos para la estimación, no incurrimos en el problema de singularidad estocástica.

4. Estimación del modelo

Calibración de parámetros del modelo

En términos generales, la calibración consiste en asignar valores —con sentido económico— a los parámetros profundos del modelo, para que este coincida con ciertas características de largo plazo de los datos. Cabe señalar que estos valores no deben ser asignados *ad-hoc* por el investigador, sino que deben estar sustentados por evidencia microeconómica, cuentas nacionales, estadísticos de la data agregada nacional, así como otros estudios macroeconómicos. En el modelo Nekeynesiano formulado para la economía de Guatemala, el grupo de parámetros calibrados se detalla en la tabla 1 del anexo D. Siguiendo otros estudios, al factor de descuento relevante para las familias β se le asigna un valor de 0.99, lo cual implica una tasa de interés anual de equilibrio de 4%. Asimismo, siguiendo a Lubik & Schorfheide (2007), calibramos la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos extranjeros, η , como 1. De la misma manera, asignamos un valor igual a 1 a la elasticidad de sustitución entre bienes producidos en diferentes países del resto del mundo γ . Por otro lado, a la proporción de bienes importados en la canasta agregada de consumo, α , se le asigna un valor igual a 0.20, siguiendo el estudio realizado para Guatemala por Morán y Pérez (2013).

Elección de priors

En esta sección se especifican las distribuciones prior de los parámetros a estimar. La elección de las distribuciones a priori de los parámetros se hace tomando en cuenta otros estudios empíricos realizados, ya que dicho conocimiento —no incluido en los datos— forma parte de las creencias del investigador. En el caso de Guatemala son pocos los estudios empíricos que desarrollan modelos DSGE; sin embargo, tomamos en cuenta las especificaciones de dos estudios importantes realizados recientemente, Castillo Maldonado (2012) y Morán y Pérez (2013). Asimismo, otras fuentes de consulta son Caputo, Liendo y Medina (2006), así como Castillo, Montoro y Tuesta (2006), quienes estiman por modelos DSGE para países de Sudamérica. Asimismo, los prior no incluidos en los estudios anteriores son extraídos de estudios realizados en otros países de América Latina y en Europa. Cabe mencionar que para

aquellos prior, de los que no se disponga de mucha información, se les asignará una desviación estándar mayor, debido a que existe mayor incertidumbre. Para el caso de los parámetros relacionados con el mercado laboral y con las fricciones asumidas, seguimos el estudio de Castillo y Montoro (2012). Otra fuente de información importante es Rodríguez Espejo (2014), quien realizó una estimación Bayesiana de un modelo DSGE para Guatemala, usando también una extensión del modelo de economía pequeña y abierta de Gali y Monacelli (2005).

Sabemos que parámetros σ y ϕ , se podría tener cualquier valor positivo [sic]. Por ello en ambos casos se utilizó como densidad a priori una distribución gamma, cuyo dominio está en el intervalo $(0, \infty)$. No obstante, la literatura sugiere que se usen *priors*, de tal manera que ambas elasticidades tengan sentido económico. Para los *prior* de los parámetros referentes al grado de rigidez de precios de la economía y el grado de indexación de estos, tomamos valores similares a los de Morán y Pérez (2013). Por otro lado, para los parámetros referentes a la regla de Taylor del Banco de Guatemala, utilizamos valores similares a los usados recientemente por Castillo Maldonado (2012). Morán y Pérez (2013) y Rodríguez Espejo (2014), quienes formulan sus *prior* con base en estudios para la economía de Guatemala que hacen uso de diversas metodologías econométricas.

Las estimaciones

Los parámetros estimados se muestran a continuación. Las estimaciones por medio del algoritmo Metropolis-Hastings se realizó mediante 200,000 simulaciones, número que de acuerdo con los diagnósticos univariados y multivariados realizados es suficiente para garantizar la convergencia del mismo.

Algunos comentarios importantes sobre las estimaciones son los resultados obtenidos para los parámetros de la regla de política monetaria del Banco de Guatemala. En línea con las estimaciones obtenidas por Morán y Pérez (2013) y por Rodríguez Espejo (2014), encontramos que el Banco de Guatemala ha reaccionado agresivamente ante las desviaciones de la inflación, y moderadamente con respecto a la brecha producto, durante el periodo de estudio, lo cual es coherente con el principio de Taylor y con lo recomendado por la literatura. Esto se demuestra dado que las estimaciones obtenidas a través de métodos Bayesianos, nos proporcionan una estimación de $r_{\pi} = 1.68$ y $r_y = 0.44$.

Funciones de impulso respuesta

En esta sección se presentan los mecanismos de transmisión de los choques asumidos y cómo estos determinan la dinámica de las variables de todo el sistema. Los gráficos correspondientes se encuentran en el anexo D. Cabe señalar que los gráficos de impulso-respuesta de las simulaciones realizadas, utilizando como valor para los parámetros a los valores obtenidos mediante la estimación Bayesiana. Estos gráficos describen la reacción de las variables del modelo ante choques exógenos.

5. Conclusiones

Como se mencionó, para el caso de las economías desarrolladas resulta importante estudiar los flujos entre empleo y desempleo, ya que capturan la mayor parte de las fluctuaciones del mercado laboral. Sin embargo, en economías en desarrollo, como Guatemala, cuyos mercados laborales se caracterizan por tener una gran proporción de la fuerza de trabajo en el sector informal, resulta más importante analizar los flujos entre los sectores formal e informal. Además, es sabido que las economías en desarrollo se diferencian de las economías desarrolladas en algunas características importantes como la existencia de un sector informal considerable. Este tipo de características generan diferentes reacciones de los agregados macroeconómicos del país en respuesta a los mismos shocks. En tal sentido, intentar aplicar los mismos modelos elaborados para economías desarrolladas para estudiar países en desarrollo es un ejercicio sin mayor sentido y podría llevarnos a conclusiones equivocadas y recomendaciones de política contraproducentes.

Dada la importancia de la informalidad en los países en desarrollo, el diseño de la política monetaria debería prestar especial cuidado a sus efectos en el mercado laboral y en la dinámica inflacionaria. En particular, desde el punto de vista de la política monetaria, reconocemos que es importante responder las siguientes preguntas: ¿Cómo incide la presencia de un sector informal en la dinámica inflacionaria y en el mecanismo de transmisión de la política monetaria? En ese sentido, el objetivo de la presente investigación fue analizar cómo afecta la presencia de un sector informal el comportamiento de las principales variables macroeconómicas

en respuesta a shocks exógenos domésticos y foráneos. Para ello intentamos abordar esta pregunta modelando la coexistencia de un mercado laboral formal, caracterizado por tasas de salarios más altos y fricciones de búsqueda de empleo, y a su vez modelamos un mercado laboral informal de manera explícita. Todo ello dentro de un modelo Nekeynesiano, estimado por técnicas Bayesianas, para una economía pequeña y abierta multisectorial, que modela explícitamente un sector transable y un sector no transable. En general, la mayoría de los impulso-respuesta de las variables consideradas son conscientes con lo que predice la teoría económica y diversos trabajos empíricos.

Asimismo, encontramos que existe evidencia empírica de que la presencia de un sector laboral informal afecta la dinámica del ciclo económico. En particular, esta evidencia muestra que el sector laboral informal actúa como amortiguador del empleo formal regulado, aumentando la flexibilidad del mercado laboral y afectando los mecanismos de transmisión de choques a la economía. Este resultado es coherente con los resultados encontrados por Castillo y Montoro (2012).

Referencias bibliográficas

1. An. S. y Schorfheide. F. (2007). Bayesian Analysis of DSGE Models. *Econometric Reviews*, 26(2), 113-172.
2. Baxter. M. y King, R. G. (1993). "Fiscal policy in general equilibrium", *American Economic Review* 83(3), 315-34.
3. Benigno, P. and M. Woodford (2003). "Optimal Monetary and Fiscal Policy: a Linear-Quadratic Approach", mimeo.
4. Calvo, G. A. (1983). Staggered Prices in Utility Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*.
5. Castillo Maldonado, C. (2012). Un modelo Macroeconómico para Guatemala estimado por métodos Bayesianos. Serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala, Documento de Trabajo No. 124.
6. Castillo, Paul y Montoro, C. (2012). "Monetary Poli-

- cy in the presence of informal Labour Markets", Working Papers 2010-009, Banco Central de Reserva del Perú.
7. Castillo, P. y Montoro, C. y Tuesta, V. (2006). "An Estimated Stochastic General Equilibrium Model with Partial Dollarization: A Bayesian Approach", Working Papers Central Bank of Chile 381, Central Bank of Chile.
 8. Christiano y Eichenbaum, M. y Evans, C. (1994). "The effects of monetary policy shocks, evidence from the Flow of Funds", Working Paper Series, Macroeconomic Issues 94-2, Federal Reserve Bank of Chicago.
 9. Do Jong, Ingram, B. Whiteman, C. (2000). "A Bayesian approach to dynamic macroeconomics", *Journal of Econometrics* 98: 203-223.
 10. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2005). "Monetary policy analysis with potentially misspecified models", Working Papers 06-4, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
 11. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2004). "A DSGE VAR for the Euro Area" *Computing in Economics and Finance* 2004-79, Society for Computational Economics.
 12. Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2008). "Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities)", Staff Reports 320, Federal Reserve Bank of New York.
 13. Dixit, A. K. and J. E. Stiglitz (1977). "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity", *American Economic Review*, 67(3).
 14. Estévez, G., Sáez F. (2011). Estimation of general equilibrium model in dynamic economies using Markov Chain Monte Carlo Methods. Banco Central de Venezuela, Serie Documentos de Trabajo [No. 129]
 15. Fernández-Villaverde, J.; Rubio-Ramírez, J. F. (2004). "Comparing dynamic equilibrium models to data: a Bayesian approach", *Journal of Econometrics* 123(1): 153-187.
 16. Fernández-Villaverde, J.; Rubio-Ramírez, J. (2006). "Solving DSGE models with perturbation methods and a change of variables", *Journal of Economic Dynamics and Control* 30(12). 2559-2531.
 17. Friedman, Milton (1948). "A monetary and fiscal framework for economic stability", *American Economic Review* 38(2), 245-264.
 18. Friedman, B. M., & Woodford, M. (Eds.), (2010). *Handbook of monetary economics* (Vol. 3). Elsevier.
 19. Galí, J. y Gertler, M. (1999). Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis. *Journal of Monetary Economics*, 44(2)195-222.
 20. Galí, J. y Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy, *Review of Economic Studies*, 72(3), 707-734.
 21. Galí, J. y Monacelli, T. (2008). "Optimal monetary and fiscal policy in a currency union". *Journal of International Economics*, 76, 116-132.
 22. Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
 23. Hastings, W. (1970). Monte Carlo sampling methods using Markov Chains and their applications, *Biometrika* 57(1): 97.109.
 24. Lubik, T. A. y Schorfheide, F. (2005). A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics. In *NBER Macroeconomics Annual 2005* (M. Gertler y K. Rogoff, Eds.). Vol. 20, MIT Press, pp.313-366.
 25. Lubik, T. A. Schorfheide, F. (2007). Do Central Banks Respond to Exchange Rate Movements? A Structural Investigation. *Journal of Monetary Economics*, 54(4), 1069-108/.
 26. Lubik, T. A. y Schorfheide, F. (2005). "A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics", *Economics Working Paper Archive* 521, The Johns Hopkins University, Department of Economics.
 27. Lucas, R. Jr. (1976). "Econometric Policy Evaluation: A critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Elsevier, vol. 1(1), pages 19-46, January.
 28. Keynes, J. (1936). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*; versión en español del Fondo de Cultura Económica, México, 1970.
 29. Kydland, F. y Prescott, E. (1982). "Time to Build and

- Aggregate Fluctuations", *Econometrica*, Econometric Society, vol. 50(6), pages 1345-70, November.
30. Koop, G. (2003). *Bayesian Economics*. Wiley, Chichester.
 31. Mancini-Grifoli, T. (2007). *Dynare User Guide: An Introduction to the Solution and Estimation of DSGE Models*.
 32. Morán S., H., y Pérez M. F. (2013). Credibilidad de un Banco Central y acceso al mercado financiero en un modelo de Equilibrio General con remesas endógenas: Una estimación bayesiana para Guatemala. Serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala, Documento de Trabajo No. 129.
 33. Obstfeld, Maurice and Kenneth Rogoff (1995). "Exchange Rate Dynamics Redux", *Journal of Political Economy*, 103, 3, 624, 660.
 34. Rabanal, P. y Rubio-Ramírez, J. F. (2005). Comparing New Keynesian Models of the Business Cycle: A Bayesian Approach *Journal of Monetary Economics*, 52(6), 1151-1166.
 35. Schorfheide, Frank (2005). "Learning and Monetary Policy Shifts" *Computational Economics*, 20.
 36. Schorfheide, Frank (2000). "Loss Function-Based Evaluation of DSGE Models", *Journal of Applied Econometrics*.
 37. Schorfheide, F. (2011), "Estimation and Evaluation of DSGE Models: Progress and Challenges", NBER Working Papers 16781, National Bureau of Economic Research, Inc.
 38. Smets, F.; Wouters, R. (2003a) Shocks and frictions in US business cycles; a Bayesian DSGE approach. Mimeo. European Central Bank, Frankfurt, 58 pages.
 39. Smets, P. y Wouters, R. (2003b). "An Estimates Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area". *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1123-1175.
 40. Smets, F. y Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach, *American Economic Review*, 97(3), 586-606.
 41. Woodford M. (2003). "Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy", Princeton University Press.

Anexos

Anexo A: Otras derivaciones importantes del modelo

A.1 Tipo de cambio real, términos de intercambio y pass-through incompleto

El mercado doméstico de bienes importados opera en un contexto de competencia monopolística, donde las firmas tienen cierto poder de mercado, lo que les otorga la capacidad de poder fijar los precios de los bienes que importan y distribuyen. Este poder de mercado doméstico en términos de la moneda local conlleva a que exista diferencia entre el precio doméstico y el precio en el exterior de los bienes importados, cuando se expresan en la misma moneda. Es decir, esto resulta en una desviación (sistemática) de la ley de un solo precio. Esta distorsión es generada por la capacidad que tienen las empresas importadoras para fijar sus precios al momento de maximizar sus beneficios. En la literatura se le conoce a esta distorsión como la brecha o desviación de la ley de un solo precio (Monacelli 2005), y está dada por el ratio conformado por el índice de precios extranjero (en términos de la moneda local) sobre el precio de las importaciones en términos de la moneda local.

$$\Psi_t = \frac{\varepsilon_t P_t^*}{P_{M,t}} \quad (25)$$

donde ε_t y P_t representan el tipo de cambio nominal y el índice de precios del resto del mundo, respectivamente. El tipo de cambio nominal se define como el precio en moneda nacional de una unidad de moneda extranjera. Por su parte, $P_{M,t}$ es el precio promedio de los bienes importados expresados en la moneda doméstica. Nótese que si se cumpliera la ley de un solo precio, Ψ_t deberá ser igual a 1. Por otro lado, el tipo de cambio real está dado por la siguiente ecuación:

$$Q_t = \frac{\varepsilon_t P_t^*}{P_t} \quad (26)$$

Otra relación importante en una economía abierta son los términos de intercambio, ya que esta variable mide la competitividad de la economía frente a sus pares extranjeros. Los términos de intercambio de la economía

se detienen como el precio de las exportaciones (i. e. El precio de bienes transables domésticos) sobre el precio de las importaciones, expresadas en moneda doméstica.

$$Y_t = \frac{P_{H,t}}{P_{M,t}} \quad (27)$$

A.2 Reparto de riesgos internacional y la paridad no cubierta de tasa de interés

El supuesto de reparto de riesgos internacional relaciona el consumo doméstico con el nivel de consumo del resto del mundo. Esta relación entre el consumo de la economía doméstica con el consumo del resto del mundo puede ser derivada usando la ecuación de Euler de los hogares domésticos, la cual puede ser reexpresada como:

$$\beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} = \frac{1}{R_t}$$

Lo cual implica que $\beta E_t \frac{(C_{t+1}^* - bC_t^*)^{-\sigma} P_t^*}{(C_t^* - bC_{t-1}^*)^{-\sigma} P_{t+1}^*} = \frac{1}{R_t}$. Dado que los agentes en el resto del mundo tienen acceso al mismo conjunto de bonos, y bajo el supuesto de homogeneidad en las preferencias de las familias, podemos derivar la ecuación de Euler del resto del mundo:

$$\beta E_t \frac{(C_{t+1}^* - bC_t^*)^{-\sigma} \varepsilon_t P_t^*}{(C_t^* - bC_{t-1}^*)^{-\sigma} \varepsilon_{t+1} P_{t+1}^*} = \frac{1}{R_t} \quad (28)$$

Igualando la ecuación de Euler de los consumidores domésticos con la de los consumidores del resto del mundo obtenemos:

$$\beta E_t \frac{(C_{t+1} - bC_t)^{-\sigma} P_t}{(C_t - bC_{t-1})^{-\sigma} P_{t+1}} = \beta E_t \frac{(C_{t+1}^* - bC_t^*)^{-\sigma} \varepsilon_t P_t^*}{(C_t^* - bC_{t-1}^*)^{-\sigma} \varepsilon_{t+1} P_{t+1}^*} \quad (29)$$

Simplificando términos. obtenemos:

$$(C_t - bC_{t-1}) = \chi Q_t^{\frac{1}{\sigma}} (C_t^* - bC_{t-1}^*) \quad (30)$$

En la expresión anterior χ es una constante que generalmente dependerá de las condiciones iniciales con respecto a la posición de activos netos iniciales de los pases. De aquí en adelante, y sin pérdida de generalidad, se asume condiciones iniciales simétricas, es decir, tenencia de activos foráneos netos igual a cero.

Asimismo, el supuesto de mercados financieros completos nos permite derivar una relación entre la tasa de interés doméstica y extranjera a través de la paridad no cubierta de tasa de interés (UIP). Rescribiendo la ecuación de Euler para las familias del resto del mundo:

$$\beta E_t \frac{(C_{t+1}^* - bC_t^*)^{-\sigma} P_t^*}{(C_t^* - bC_{t-1}^*)^{-\sigma} P_{t+1}^*} = \frac{1}{R_t^*} \quad (31)$$

Log linealizando alrededor del estado estacionario la ecuación de Euler de las familias domésticas y la ecuación de Euler de las familias del resto del mundo, usando la definición del tipo de cambio real, y luego de algunos cálculos sencillos podemos obtener:

$$E_t e_{t+1} = e_t + r_t - r_t^* \quad (32)$$

Despejando convenientemente la ecuación anterior, obtenemos la paridad no cubierta de tasas de interés (UIP) : $r_t = r_t^* + E_t(\Delta e_t)$. La ecuación anterior nos dice que el diferencial entre la tasa de interés doméstica y la internacional es simplemente la expectativa de devaluación.

A.3 Determinación de los salarios

Como se explicó, el mercado laboral del sector formal está caracterizado por fricciones asociadas a la búsqueda de empleo por parte de los trabajadores, y a la búsqueda de trabajadores para ocupar una vacante por parte de las empresas, lo cual genera costos para ambos agentes. La literatura relacionada a fricciones laborales asociadas a los costos de búsqueda y emparejamiento, por ejemplo Blanchard y Gali (2010), afirma que el emparejamiento entre la firma y un trabajador en búsqueda de empleo genera beneficios o una renta económica para ambas partes que suscriben el contrato. Esta renta económica debe ser repartida entre partes, el problema radica justamente en cómo repartir dichos beneficios. La fracción que cada una de las partes reciba de la renta económica generada va a depender del poder de negociación que tenga cada uno. Siguiendo a Blanchard y Gali (2010) y Castillo y Montoro (2012), asumiremos que la renta económica generada por el contrato de un nuevo trabajador, será repartida entre la firma y el empleado, siguiendo un esquema de negociación a la Nash, en donde la variable a negociar será el salario, de tal manera que se maximice el excedente o renta agregada, la cual está compuesta por el producto de elementos: el excedente o renta agregada, la cual está compuesta por el producto de elementos: el excedente o renta agregada, la cual está compuesta por el producto de elementos: el valor o renta que el trabajo le otorga a la empresa, y el valor o renta que le otorga el trabajo al trabajador. En general, la renta del trabajo para la firma está dada por el precio del producto menos el salario pagado y los costos de contratación en los que ha incurrido la empresa, mientras

que la renta que un trabajador recibe al ser contratado es el salario menos aquello a lo que el trabajador renuncia.

Definimos como V_{Ft} a la renta para el trabajador de estar empleado (en el sector formal) y como V_{Ut} a la renta de estar desempleado. Asimismo V_{Ft} y V_{Ut} son respectivamente, el salario real en el sector formal e informal. El valor o la renta (V_{Ft}) que le proporciona el trabajo a un miembro de la familia ocupado en el sector formal está dado por:

$$V_{F,t} = \left\{ \begin{aligned} &w_{F,t} - \eta(L_t) \frac{\varphi + \theta_L - 1}{1 + \theta_L} \left(\frac{L_{F,t}}{\tau_L} \right)^{\frac{1}{\theta_L}} (C_t - bC_{t-1})^\sigma \\ &+ E_t \{ \Xi_{t,t+1} [(1 - \delta + \delta X_{F,t+1}) V_{F,t+1} + \delta(1 - X_{F,t+1}) V_{U,t+1}] \} \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

Esta expresión muestra que el valor o la renta del trabajo en el sector formal para la familia es igual al salario (w_{Ft}) menos la tasa marginal de sustitución para el consumo y el trabajo más el valor presente descontado de los ingresos que se recibirán considerando los siguientes tres escenarios posibles: mantener el trabajo, ser separado del trabajo pero reemplado en otra firma del sector formal, y ser separado del trabajo y permanecer desempleado mientras se busca otro trabajo en el sector formal.

Por otro lado, el valor o renta de un miembro del hogar que se encuentra desempleado (V_{Ut}) viene dado por:

$$V_{U,t} = E_t \{ \Xi_{t,t+1} [X_{F,t+1} V_{F,t+1} + (1 - X_{F,t+1}) V_{U,t+1}] \} \quad (48)$$

encuentra desempleado es igual al retorno futuro (tratado a valor presente) de estar empleado en el sector formal, más el retorno real futuro de permanecer desempleado. Es decir, es una suerte de promedio ponderado de los ingresos que recibirá en los dos estados de las naturales (conseguir empleo o seguir desempleado). Asumiendo que el poder de negociación de los trabajadores en el sector formal está dado por $\xi \in [0, 1]$, la participación del trabajador dentro de esta renta económica generada debe satisfacer la siguiente condición:

$$V_{F,t} - V_{U,t} = \xi G_{F,t} \quad (49)$$

$$\xi G_{F,t} = \left\{ \begin{aligned} &w_{F,t} - \eta(L_t) \frac{\varphi + \theta_L - 1}{1 + \theta_L} \left(\frac{L_{F,t}}{\tau_L} \right)^{\frac{1}{\theta_L}} (C_t - bC_{t-1})^\sigma \\ &+ (1 - \delta) E_t \{ \Xi_{t,t+1} [\xi (1 - X_{F,t+1}) G_{F,t+1}] \} \end{aligned} \right\} \quad (50)$$

Sustituyendo convenientemente G_{Ft} y $G_{F,t+1}$ obtenemos la siguiente ecuación de salarios para los trabajadores empleados en el sector formal:

$$w_{F,t} = \left\{ \begin{aligned} &\xi Z_{H,t} \Theta_{F,t} X_{F,t}^\alpha \tau(L_t)^{\frac{\varphi + \theta_L - 1}{1 + \theta_L}} \left(\frac{L_{F,t}}{\tau_L} \right)^{\frac{1}{\theta_L}} (C_t - bC_{t-1})^\sigma \\ &+ (1 - \delta) E_t \left\{ \frac{(C_t - bC_{t-1})^\sigma}{(C_{t+1} - bC_t)^\sigma} \xi (1 - X_{F,t+1}) Z_{H,t+1} \Theta_{F,t+1} X_{F,t+1}^\alpha \right\} \end{aligned} \right\} \quad (51)$$

Por otro lado, como se mencionó, el salario en el sector informal está determinado por las fuerzas del mercado, es decir, por las condiciones de limpieza de mercado, igualando la oferta a la demanda laboral en dicho sector, lo cual se traduce en que el salario real debe ser igual al producto marginal del trabajo.

A.4 El sector externo

Las economías pequeñas y abiertas son relativamente pequeñas con respecto al resto del mundo y por lo tanto no pueden afectar los precios internacionales, ni variables foráneas como inflación, ingreso, tasa de interés, etc. Por ello, la economía extranjera puede ser modelada exógenamente. En ese sentido, asumimos que las variables extranjeras: inflación, PIB, y tasa de política monetaria, están dadas por procesos autorregresivos de orden uno. Estas ecuaciones se muestran en la subsección que contiene el sistema total log-linealizado.

Anexo B: Equilibrio

B.1 Equilibrio y condiciones de limpieza del mercado de bienes

La condición de limpieza de los mercados de bienes en la economía doméstica requiere que el producto doméstico sea igual a la suma del consumo doméstico (de bienes transables y no transables) más el consumo de los bienes domésticos vendidos en el resto del mundo $C_{H,t}^0$. Esto Significa que:

$$Y_t = Y_{H,t} + Y_{N,t} = C_{H,t} + C_{H,t}^* + C_{N,t} \quad (66)$$

Hasta el momento sabemos que: $C_{H,t} = (1 - \gamma_2) \left(\frac{P_{H,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta_2} C_{T,t}$ y asimismo $C_{T,t} = (1 - \gamma_1) \left(\frac{P_{T,t}}{P_t} \right)^{-\theta_1} C_t$. Por lo tanto, obtenemos que:

$$C_{H,t} = (1 - \gamma_1)(1 - \gamma_2) \left(\frac{P_{H,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta_2} \left(\frac{P_{T,t}}{P_t} \right)^{-\theta_1} C_t \quad (67)$$

Dado que el consumo doméstico de bienes transables producidos domésticamente está dado por: $C_{H,t} = (1-\gamma_2) \left(\frac{P_{H,t}}{P_{T,t}}\right)^{\theta_2} C_{T,t}$.

Es sencillo demostrar que el consumo extranjero de los bienes transables producidos domésticamente (i. e. las exportaciones) deben satisfacer:

$$C_{H,t}^* = \gamma_2 \left(\frac{P_{H,t}}{E_t P_{T,t}^*}\right)^{-\theta_2}; C_{T,t}^* = \gamma_2 \left(\frac{P_{H,t}}{Q_t P_{T,t}}\right)^{-\theta_2} C_{T,t} \quad (68)$$

Por otro lado, en el sector no transable la condición de limpieza de mercado está dada por la igualdad entre el producto y el consumo: $Y_{N,t} = C_{N,t}$ (69)

B.2 Condiciones de equilibrio en el mercado laboral

El equilibrio en el mercado laboral del sector formal requiere de igualdad entre la demanda y la oferta de trabajo en dicho sector. La demanda de trabajo en el sector formal se deriva del problema de maximización de beneficios de las firmas productoras de bienes transables intermedios que operan en el sector formal, y está dada por:

$$w_{F,t} = \frac{P_{H,t}}{P_t} Z_{H,t} - Z_{H,t} \Theta X_{F,t}^\alpha + (1-\delta)\beta E_t \frac{(C_t - bC_{t-1})^\sigma P_{t+1}}{(C_{t+1} - bC_t)^\sigma P_t} Z_{H,t+1} \Theta X_{F,t+1}^\alpha \quad (52)$$

$$L_{F,t} = \frac{P_{H,t}}{P_t} Y_{H,t} \left[\frac{1}{w_{F,t} + Z_{H,t} \Theta X_{F,t}^\alpha + (1-\delta)\beta E_t \frac{(C_t - bC_{t-1})^\sigma P_{t+1}}{(C_{t+1} - bC_t)^\sigma P_t} Z_{H,t+1} \Theta X_{F,t+1}^\alpha} \right]$$

Por otro lado, la oferta de trabajo en el sector formal está determinada por un esquema de salarios que se obtiene a partir del valor que le proporciona el empleo a un hogar, combinado con un proceso de negociación a la Nash:

$$w_{F,t} = \left\{ \begin{aligned} &\xi Z_{H,t} \Theta X_{F,t}^\alpha + \eta (L_t)^{\frac{\alpha+\theta_L-1}{1+\theta_L}} \left(\frac{L_{F,t}}{\tau_L}\right)^{\theta_L} (C_t - bC_{t-1})^\sigma \\ &+ (1-\delta)\beta E_t \frac{(C_t - bC_{t-1})^\sigma}{(C_{t+1} - bC_t)^\sigma} \xi (1 - X_{F,t+1}) Z_{H,t+1} \Theta X_{F,t+1}^\alpha \end{aligned} \right\} \quad (53)$$

Análogamente, el equilibrio en el mercado de trabajo informal está determinado por la igualdad de la demanda con la oferta de trabajo. En consecuencia, la demanda de trabajo de las firmas productoras de bienes transables intermedios y de las firmas productoras de bienes no transables son, respectivamente:

$$L_{H,t} = \frac{P_{H,t}}{W_{t,t}} Y_{H,t} \dots \quad (54)$$

$$L_{N,t} = \frac{P_{N,t}}{W_{t,t}} Y_{N,t} \dots \quad (55)$$

Por lo tanto, la demanda de trabajo en el sector informal está dada por la suma de la demanda de trabajo de los

dos tipos de firmas:

$$L_{I,t} = L_{H,t} + L_{N,t} = \frac{P_{H,t}}{W_{t,t}} Y_{H,t} + \frac{P_{N,t}}{W_{t,t}} Y_{N,t} \quad (56)$$

Por su parte, la oferta de trabajo en el sector informal se deriva de la condición de optimalidad de la maximización de utilidad intertemporal del problema de las familias (ver ecuación 3.10).

La condición de optimalidad indica que el hogar debe ofertar trabajo hasta el punto en el que la tasa marginal de sustitución entre el consumo y el ocio se iguale con el salario real. Tal como se discutió en la sección correspondiente al problema de optimización de las familias, la siguiente condición de optimalidad solo se cumple para el sector informal:

$$\eta \left[\frac{1}{\tau_L} \frac{1+\theta_L}{\theta_L} (L_{F,t})^{\frac{1+\theta_L}{\theta_L}} + (1-\tau_L) \frac{1+\theta_L}{\theta_L} (L_{I,t})^{\frac{1+\theta_L}{\theta_L}} \right] \left[\frac{L_{I,t}}{C_t - bC_{t-1}} \right]^{\theta_L} (C_t - bC_{t-1})^\sigma = \frac{W_{t,t}}{P_t} \quad (57)$$

$$L_{I,t} = (1-\tau_L) \left[\frac{W_{t,t}}{P_t} \frac{1}{\eta} (L_t)^{\frac{1+\theta_L}{\theta_L}} \right] (C_t - bC_{t-1})^{-\sigma}$$

La expresión anterior muestra que el valor del producto marginal del trabajo en los dos tipos de firmas que operan en el sector informal deben igualarse ambas al mismo nivel de salario.

Anexo C: Ecuaciones del modelo Log-linealizadas

Log-linealizando las ecuaciones principales del modelo alrededor de su estado estacionario, obtenemos que la dinámica del modelo está caracterizada por las siguientes ecuaciones incluyendo 6 ecuaciones o leyes de movimiento para los shocks estocásticos, dados por $\{\varepsilon_{Z,t}, \varepsilon_{Z^*,t}, \varepsilon_{r,t}, \varepsilon_{r^*,t}, \varepsilon_{y,t}, \varepsilon_{\pi,t}\}$. Nótese que las variables en minúsculas denotan la log-desviación de la variable respecto de su estado estacionario, i. e. $x_t \equiv \ln X_t - \ln \bar{X}$ donde \bar{X} es el valor de estado estacionario de la variable X.

Consumo:

$$c_t = \frac{b}{1+b} c_{t-1} + \frac{1}{1+b} E_t [bc_t + y_{t+1}^* - by_t^* + \frac{(1-b)}{\sigma} q_{t+1}] - \frac{1-b}{\sigma(1+b)} (r_t - E_t \pi_{t+1})$$

Producción:

$$y_{H,t} = l_{F,t} + z_{H,t} \dots (71) \quad y_{M,t} = l_{M,t} + z_{M,t} \dots (72) \quad y_{N,t} = l_{N,t} + z_{N,t} \dots (73)$$

Donde:

$$l_t = \tau_L l_{F,t} + (1-\tau_L) l_{I,t} \quad (74)$$

$$l_{I,t} = \tau_{H,t} l_{H,t} + (1-\tau_{H,t}) l_{N,t}$$

La productividad total de factores (en ambos factores) puede ser log-linealizada de tal forma que obtenemos:

$$z_{H,t} = \rho_H z_{H,t-1} + \varepsilon_{H,t} \quad (75)$$

$$\gamma_{N,t} = \rho_N \gamma_{N,t-1} + \varepsilon_{N,t} \quad (76)$$

La producción de bienes (finales) transables viene dada por:

$$y_{H,t} = (1-\gamma_3)y_{HF,t} + \gamma_3 y_{HI,t} \quad (77)$$

El costo marginal de los bienes (intermedios) transables producidos en el sector formal $mc_{HF,t}$ luego de ser log-linealizado se convierte en:

$$\frac{1}{MC_{HF}} \left\{ \begin{aligned} & \bar{w}_F \bar{w}_{F,t} + \alpha \bar{\Theta} \bar{X}_F x_{F,t} - \bar{w}_F z_{H,t} \\ & + (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F (z_{H,t} + \frac{\sigma b}{1-b} c_t - \frac{\sigma(1+b)}{1-b} c_{t-1} + \frac{\sigma}{1-b} c_{t-2} - \pi_{t-1} - \alpha x_{F,t-1} - z_{H,t-1}) \end{aligned} \right\} \quad (78)$$

donde $\bar{MC}_{HF} = \bar{w}_F + \bar{\Theta} \bar{X}_F - (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F$. El costo marginal de los bienes transables producidos por las firmas que operan en el sector informal está dado por:

$$mc_{HI,t} = w_{I,t} - z_{H,t} \quad (79)$$

La versión log-linealizada del costo marginal de los bienes transables finales está dada por:

$$mc_{H,t} = (1-\gamma_3)mc_{HF,t} + \gamma_3 mc_{HI,t} \quad (80)$$

Análogamente el costo marginal de los Bienes no transables vienen dado por:

$$mc_{NI,t} = \hat{w}_{I,t} - z_{N,t} \quad (81)$$

La condición de limpieza de mercado en el mercado de bienes:

$$y_{H,t} = c_{H,t} + c_{N,t}$$

$$c_{H,t} = -\gamma_2(\theta_2 - \theta_1 \gamma_1) v_t + \theta_1 \gamma_1 (p_{N,t} - p_{H,t}) + c_t$$

$$c_{N,t} = -\theta_2 \gamma_2 (1-\gamma_1) v_t + \theta_2 \gamma_1 (p_{N,t} - p_{H,t}) + c_t + \theta_2 \theta_1$$

$$y_{N,t} = \frac{\partial}{\partial \gamma_2} \left(\frac{\partial c_{H,t}}{\partial \gamma_2} \right) + \frac{\partial}{\partial \gamma_1} \left(\frac{\partial c_{H,t}}{\partial \gamma_1} \right) + \frac{\partial}{\partial \gamma_1} \left(\frac{\partial c_{N,t}}{\partial \gamma_1} \right) \quad (82)$$

$$Y: \quad y_{N,t} = c_{N,t} = -\theta_1 \gamma_2 (1-\gamma_1) v_t + \theta_1 (\gamma_1 - 1) (p_{N,t} - p_{H,t}) + c_t \quad (83)$$

$$\text{Finalmente,} \quad y_t = (1-\gamma_1)y_{H,t} + \gamma_1 y_{N,t} \quad (84)$$

Mercado de trabajo: Log-linealizando la "estrechez" del mercado laboral y el costo de contratación obtendremos, respectivamente:

$$x_t = \frac{1}{\delta} (l_{F,t} - (1-\delta)l_{F,t-1}) - \hat{U}_t \quad (85)$$

$$\text{Donde:} \quad \hat{U}_t = -\frac{(1-\delta)(\bar{L}_F l_{F,t-1} + \bar{L}_I l_{I,t-1})}{1-(1-\delta)(\bar{L}_F + \bar{L}_I)} \quad (86)$$

$$Y: \quad g_{F,t} = z_{H,t} + \alpha x_t \quad (87)$$

Nótese que U_t en las ecuaciones anteriores es la tasa de desempleo (al inicio del periodo t). La versión log-linealizada de la tasa de desempleo al final del periodo t está dada por:

$$\hat{u}_t = -\frac{(\bar{L}_F l_{F,t} + \bar{L}_I l_{I,t})}{u} \quad (88)$$

Log-linealizando la demanda de trabajo en el sector formal e informal, nos permite obtener las siguientes ecuaciones:

$$w_{F,t} = \frac{1}{w_F} \left[\begin{aligned} & \frac{1}{P} \bar{MC}_{HF} mc_{HF,t} - \frac{\bar{MC}_{HF}}{P} p_t - (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F x_{F,t} + \frac{\bar{MC}_{HF}}{P} z_{H,t} - \bar{\Theta} \bar{X}_F z_{H,t} \\ & + \alpha \bar{\Theta} \bar{X}_F x_{F,t} + (1-\delta)\beta \left(\frac{\sigma b}{1-b} \right) \bar{X}_F c_t - (1-\delta)\beta \left(\frac{\sigma b}{1-b} \right) \bar{\Theta} \bar{X}_F c_{t-1} \\ & - (1-\delta)\beta \left(\frac{\sigma}{1-b} \right) \bar{\Theta} \bar{X}_F c_{t-1} + (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F p_{t+1} + (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F z_{H,t+1} \\ & + \alpha (1-\delta)\beta \bar{\Theta} \bar{X}_F x_{F,t+1} \end{aligned} \right] \quad (89)$$

$$Y: \quad l_{I,t} = \left[\frac{1}{L_I} \frac{\bar{Y}_{HI}}{\bar{F} w_I} \bar{MC}_{HI} mc_{HI,t} - \hat{w}_{I,t} - p_t + \frac{\bar{Y}_{HI}}{L_I} \frac{\bar{MC}_{HI}}{\bar{F} w_I} y_{HI,t} + \frac{1}{L_I} \frac{\bar{Y}_N}{w_I} p_{N,t} + \frac{1}{L_I} \frac{\bar{Y}_N}{w_I} p_{N,t} \right] \quad (90)$$

La versión log-linealizada de la oferta de trabajo en el sector formal:

$$\hat{w}_{I,t} = \frac{\varphi + \varphi \theta_t - 1}{1 + \theta_L} l_{I,t} + \frac{1}{\theta_L} l_{I,t} + \frac{\sigma}{1-b} c_t + \frac{\sigma b}{1-b} c_{t-1} \quad (91)$$

La inflación doméstica de Bienes transables:

$$\pi_{H,t} = \kappa_{b,H} \pi_{T,t-1} + \kappa_{F,H} E_t \pi_{H,t+1} + \lambda_H mc_{H,t} \quad (92)$$

La inflación de Bienes no transables:

$$\pi_{N,t} = \kappa_{b,N} \pi_{N,t-1} + \kappa_{F,N} E_t \pi_{N,t+1} + \lambda_N mc_{N,t} \quad (93)$$

La inflación importada:

$$\pi_{E,t} = \kappa_{b,E} \pi_{E,t-1} + \kappa_{F,E} E_t \pi_{E,t+1} + \lambda_E \psi_{E,t} \quad (94)$$

$$\pi_{T,t} = (1-\gamma_2)\pi_{H,t} + \gamma_2 \pi_{F,t} \quad (95)$$

$$\pi_t = (1-\gamma_1)\pi_{T,t} + \gamma_1 \pi_{N,t} \quad (96)$$

$$v_t = v_{t-1} - \pi_{F,t} - \pi_{H,t} \quad (97)$$

La evolución de los términos de intercambio:

$$v_t = v_{t-1} + \pi_{F,t} - \pi_{H,t} \quad (98)$$

La relación entre el tipo de cambio real y los términos de intercambio:

$$q_t = \psi_t - (1-\gamma_2(1-\gamma_1))v_t - \gamma_1(p_{N,t} - p_{H,t}) \quad (99)$$

$$L \quad E_t e_{t+1} - e_t = r_t - r_t^* \quad (100)$$

$$\mu_t = p_{N,t} - p_{H,t}$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \pi_{N,t} - \pi_{H,t} \quad (101)$$

La regla de Política Monetaria a la Taylor, en su versión log-linealizada:

$$r_t = \rho_r r_{t-1} + (1 - \rho_r)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t + \phi_e \Delta e_t) + \varepsilon_{r,t} \quad (102)$$

Los shocks asociados al sector externo y dados por procesos AR(1):

$$y_t^* = \rho_{y^*} y_{t-1}^* + \varepsilon_{y,t}^*, 0 < \rho_{y^*} < 1 \quad (103)$$

$$\pi_t^* = \rho_{\pi^*} \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi,t}^*, 0 < \rho_{\pi^*} < 1 \quad (104)$$

$$r_t^* = \rho_{r^*} r_{t-1}^* + \varepsilon_{r,t}^*, \hat{\rho} < \rho_{r^*} < 1 \quad (105)$$

Donde π^* y r^* representan la inflación y la tasa de interés extranjera, respectivamente. Además, y_t^* es el PBI extranjero log-linealizado con respecto a su estado estacionario, mientras que $\varepsilon_{i,t}$ es un shock normal gaussiano con desviación estándar dada por σ_i donde el índice i representa a y^* , π^* , y r^* .

Anexo D: Solución y estimación de un modelo DSGE

D.1 Solución de un modelo DSGE

A continuación presentamos una visión general de los principales aspectos metodológicos que involucran la solución y estimación de un modelo DSGE. Esta presentación no pretende ser detallada, pues ello escapa del objetivo del presente trabajo⁶.

El modelo de DSGE en forma canónica

Sin pérdida de generalidad, un modelo DSGE puede ser representado de la siguiente forma:

$$E_t \{ f(y_{t+1}, y_t, y_{t-1}, e_{t+1}, e_t) \} = 1 \quad (1.A)$$

donde y_t es un vector de variables endógenas, 1 es un vector formado por unos, e_t es un vector de innovaciones exógenas, las cuales se asumen que son procesos ruido blanco gaussianos, que cumplen las siguientes propiedades:

$$E(e_t) = 0; \quad E(e_t e_t') = \Sigma_e; \quad E(e_t e_s') = 0 \quad t \neq s; \quad e_t \sim N(0, \Sigma_e)$$

⁶ Para una exposición completa y detallada de los métodos de solución y estimación de modelos DSGE ver Canova (2007), De Jong y Dave (2011), entre otros.

Para encontrar la solución del modelo, es necesario expresar las variables endógenas (para cualquier periodo dado) como una función del conjunto de información disponible. Para ello debemos primero clasificar las variables endógenas como variables predeterminadas (variables de estado) y variables no predeterminadas (variables de control). Las variables de estado son aquellas que ya están predeterminadas en el instante t . Lo que buscamos es expresar las variables endógenas de tipo forward-looking como una función de las variables endógenas predeterminadas (estados) y las innovaciones de dicho periodo. Nos encontramos antes un problema funcional, pues lo que deseamos obtener es una función $g(\bullet)$, conocida como “Función de Política”, tal que:

$$y_t = g(y_{t-1}, e_t) \quad (2.A)$$

Utilizando la ecuación anterior, podemos reescribir la ecuación (1.A) de la siguiente manera:

$$E_t \{ f(g(y_{t+1}, e_{t+1}), g(y_t, e_t), y_{t-1}, e_{t-1}, e_t) \} = 1 \quad (3.A)$$

Debido a que el sistema de ecuaciones expresado en (3.A) tiene componentes no lineales, encontrar una solución exacta o analítica para nuestra función de política $g(\bullet)$ es una tarea complicada, llegando a ser, incluso, imposible en la mayoría de situaciones. En estos casos en los que no se tiene una solución cerrada, es necesario recurrir a algún método de aproximación numérico⁷. Otra alternativa posible es llevar a cabo una aproximación lineal, alrededor de un punto, de dicha función.

Cálculo del estado estacionario del modelo

Para poder llevar a cabo la aproximación lineal, es necesario que primero calculemos el estado estacionario del modelo.

Denotamos el valor de estado estacionario de y_t mediante \bar{y} , y empleando las ecuaciones (1.A) y (2.A), podemos representar el estado estacionario del modelo de la siguiente manera: $f(\bar{y}, \bar{y}, \bar{y}, 0, 0) = 1 \dots (4.A)$

$$\bar{y} = g(\bar{y}, 0) \dots (5.A)$$

⁷ Podemos dividir los métodos de aproximación numéricos en dos grupos: los métodos locales y los métodos globales. Los métodos locales, como el método de perturbación por ejemplo, realizan la aproximación alrededor de un punto (típicamente dicho punto corresponde al estado estacionario). Por otro lado, los métodos de proyección son métodos globales en el sentido que nos permiten aproximarnos a la forma funcional de la solución utilizando diversos puntos ubicados en gran parte del estado-espacio y luego de evaluar la función en dichos puntos (nodos), podemos aproximarnos a la solución utilizando polinomios o solines. Una familia de polinomios bastante usada en estos casos son los Polinomios de Chebyshev, los cuales se caracterizan por tener bases ortogonales. Para una comparación de estos métodos, sus ventajas y limitaciones ver Taylor y Uhlig (1990).

Aproximación local: Log-linealización

Luego de haber calculado el estado estacionario, aproximamos cada ecuación del sistema representado en (1.A) utilizando una expansión de Taylor de primer orden alrededor de su estado estacionario. Luego de realizar este procedimiento, obtenemos un nuevo grupo de ecuaciones que definen la aproximación lineal realizada. Las variables endógenas de este nuevo grupo de ecuaciones pueden ser interpretadas como las desviaciones porcentuales respecto del nivel de estado estacionario de las variables. Luego de haber realizado la log-linealización, las ecuaciones (1.A) y (2.A) pueden expresarse como:

$$E_t \{ f_{y,t+1} \hat{y}_{t+1} + f_y \hat{y}_t + f_{e,t+1} \hat{e}_{t+1} + f_e \hat{e}_t \} = 0 \dots (6.A)$$

$$\hat{y}_t = g_{y,t} \hat{y}_{t-1} + g_e e_t \dots (7.A)$$

donde $f_{y,t+1}$, f_y y $f_{e,t+1}$ son matrices cuyos elementos vienen dados por las derivadas de $f(\bullet)$ con respecto a Y_{t+1} , Y_t y Y_{t-1} , respectivamente, evaluadas en su estado estacionario. Asimismo, $f_{e,t+1}$ y f_e son matrices cuyos elementos corresponden a las derivadas de $f(\bullet)$ con respecto a e_{t+1} y e_t , respectivamente, evaluadas de igual manera, en su estado estacionario. Análogamente, $g_{y,t}$ y g_e son matrices cuyos elementos vienen dados por las derivadas de $g(\bullet)$ con respecto a y_{t-1} y e_t , evaluados en su estado estacionario. Por último, los vectores \hat{y}_{t+1} , \hat{y}_t y \hat{y}_{t-1} contienen a las desviaciones porcentuales de las variables endógenas originales, respecto de su estado estacionario, en el periodo $t+1$ y $t-1$, respectivamente.

Solución del sistema linealizado

Para encontrar $g_{y,t}$ y g_e debemos emplear algún método que nos permita resolver un sistema de ecuaciones en diferencia con expectativas racionales. Utilizando la ecuación (A.7), es posible reescribir (A.6) de la siguiente manera:

$$E_t \{ f_{y,t+1} (g_{y,t} \hat{y}_{t-1} + g_e e_t) + f_y (g_{y,t} \hat{y}_{t-1} + g_e e_t) + f_{e,t+1} \hat{e}_{t+1} + f_e \hat{e}_t \} = 0 \Leftrightarrow (f_{y,t+1} g_{y,t} + f_y g_{y,t} + f_{e,t+1}) \hat{y}_{t-1} + (f_{y,t+1} g_e + f_y g_e + f_e) e_t = 0 \dots (A.8)$$

La ecuación anterior debe cumplirse para cualquier \hat{y}_{t-1} y para cualquier e_t ; por lo tanto, las expresiones que están dentro de los paréntesis deben ser iguales a cero. Luego, las matrices $g_{y,t}$ y g_e deben cumplir que:

$$f_{y,t+1} g_{y,t} + f_y g_{y,t} + f_{e,t+1} = 0 \quad (A.9)$$

$$f_{y,t+1} g_e + f_y g_e + f_e = 0 \quad (A.10)$$

Debemos observar que la ecuación (8) puede ser reescrita de la siguiente forma:

$$f_{y,t+1} g_{y,t} \hat{y}_{t-1} + (f_y g_{y,t} + f_{e,t+1}) \hat{y}_{t-1} + (f_y g_e + f_e) e_t = 0 \Leftrightarrow f_{y,t+1} g_{y,t} \hat{y}_{t-1} + (f_y g_{y,t} + f_{e,t+1}) \hat{y}_{t-1} + (f_y g_e + f_e) e_t = 0 \quad (A.11)$$

Luego, es posible expresar la versión lineal del modelo, caracterizado por las ecuaciones (A.7) y (A.11), utilizando la siguiente representación matricial:

$$A x_{t+1} = B x_t + C e_t \dots (A.12)$$

Donde:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & f_{y,t+1} \\ I & 0 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -f_{y,t+1} & -f_y \\ 0 & I \end{pmatrix} \quad x_t = \begin{bmatrix} I \\ g_{y,t} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} -(f_y g_e + f_e) \\ g_e \end{bmatrix}$$

Por Blanchard y Kahn (1980), tenemos que el sistema anterior posee autovalores mayores a la unidad, es decir, es un sistema explosivo. Una estrategia para poder encontrar dichos autovalores es usar la descomposición generalizada de Schur sobre las matrices A y B, pues dada la forma que tienen dichas matrices es fácil obtener los siguientes resultados (bajo el criterio de diagonalización de matrices):

$$A = QTZ$$

$$B = QSZ$$

Donde T y S son matrices triangular superior. Q y Z matrices unitarias. De la descomposición generalizada de Schur calculamos los autovalores generalizados de (A, B) los cuales solucionan el problema $\lambda Ax = Bx$, donde cada autovalor λ_t es igual a S_{ii} / T_{ii} . Este resultado satisface la condición de Blanchard y Kahn. Entonces, podemos encontrar la solución del sistema matricial anterior, reemplazando A y B por sus nuevas expresiones y multiplicando a dicho sistema Q^{-1} por izquierda tenemos que:

$$TZX_{t+1} = SZX_t + Q^{-1} C e_t$$

Denotando $Q^{-1} C e_t$ como el vector columna W. Así podemos expresar esta última ecuación de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} X_{t+1} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} X_t + \begin{pmatrix} w_{1,t} \\ w_{2,t} \end{pmatrix}$$

Donde los autovalores de las matrices S y T son mayores a la unidad, y denotando $[Z_1, Z_2] X$, como z, tenemos que:

$$\begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t+1} \\ z_{2,t+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_{1,t} \\ z_{2,t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_{1,t} \\ w_{2,t} \end{pmatrix}$$

Sobre la igualdad de la segunda fila se tiene que S_{22} es invertible pues los autovalores de S son explosivos, en consecuencia los autovalores de P son positivos:

$$T_{22}z_{2,t+1} = S_{22}z_{2,t} + w_{2,t} \Rightarrow z_{2,t} = \underbrace{S_{22}^{-1}T_{22}}_P z_{2,t+1} + S_{22}^{-1}w_{2,t}$$

Reemplazando los valores de $z_{2,t+1}$ para todo i en los naturales, tenemos que:

$$z_{2,t} = P^i z_{2,t+i} - \sum_{i=0}^{t-1} P^i S_{22}^{-1} w_{2,t+i}$$

Es fácil comprobar que los autovalores de P^i son positivos y menores a la unidad para todo i, por lo tanto, haciendo tender i al infinito tenemos que P^i converge a la matriz nula. En consecuencia, tenemos que:

$$z_{2,t} \equiv 0 \Leftrightarrow (Z_{21} \quad Z_{22})x_t = 0 \Leftrightarrow (Z_{21} \quad Z_{22}) \begin{pmatrix} \hat{y}_t \\ g_{y-1} \hat{y}_t \end{pmatrix} = 0 \Leftrightarrow (Z_{21} + Z_{22}g_{y-1})\hat{y}_t = 0$$

Así, de la igualdad del lado derecho tenemos que para cualquier \hat{y}_t dicha igualdad siempre es válida y como Z es unitaria entonces Z_{22} es invertible (Z_{22} es de rango completo). Por lo tanto, tenemos que:

$$g_{y-1} = -Z_{22}^{-1}Z_{21}$$

Por lo tanto, si se cumple la condición de Blanchard y Kahn y se satisface la condición de rango para Z_{22} , es posible encontrar una matriz g_{y-1} (dada por la ecuación anterior), que proporciona una solución única y estable para nuestro modelo de ecuaciones en diferencias estocásticas. Una vez hallado g_{y-1} , el paso para hallar g_e es directo de la ecuación (A.10):

$$g_e = -(f_{y+1}g_{y-1} + f_y)^{-1}f_e$$

Finalmente, la solución del modelo estará dada por:

$$\Rightarrow \hat{y}_t = g_{y-1}\hat{y}_{t-1} + g_e e_t$$

La ecuación anterior es la forma reducida del modelo DSGE, la cual tiene la misma representación que un modelo de Vectores Autorregresivos. La diferencia radica en que mientras un modelo de tipo DSGE impone restricciones a los coeficientes de las matrices g_e y g_y que se relaciona con la estructura del modelo teórico, los modelos VAR imponen restricciones que no provienen de la estructura de algún modelo explícito.

D.2 Estimación Bayesiana de un modelo DSGE

D.2.1 Función de verosimilitud

Para llevar a cabo la estimación de los parámetros del modelo, utilizando técnicas Bayesianas, debemos empezar por obtener la función de verosimilitud. La verosimilitud puede definirse como la función de densidad conjunta de todas las variables de la muestra, pero condicionada a la estructura del modelo y como función de los parámetros.

Para poder calcularla, primero debemos establecer una relación entre los datos observados y las variables del modelo. Típicamente podemos considerar que las variables observadas pueden ser explicadas en parte por las variables del modelo y en parte por otros factores que el modelo no es capaz de medir. En términos matemáticos, lo anterior se traduce en:

$$y_t^* = F\hat{y}_t + Gu_t \dots (A.13)$$

Donde y_t^* viene a representar el vector de variables observables, F es una matriz que relaciona los datos con las variables endógenas del modelo, u_t representa el vector de errores de medida, y la matriz G establece una relación entre los errores de media con cada variable observable del modelo. Por simplicidad, se asume que los errores de medida siguen un proceso ruido blanco Gaussiano, tal que se cumple que:

$$E(u_t) = 0; \quad E(u_t u_s') = \Sigma_u; \quad E(u_t u_s') = 0 \quad t \neq s; \quad u_t \sim N(0, \Sigma_u)$$

Si sustituimos g_{y-1} y g_e de la ecuación (A.7) por las matrices D y E, respectivamente, y combinando con la ecuación (13), podemos obtener la representación estado-espacio del modelo:

$$\hat{y}_t = D\hat{y}_{t-1} + Ee_t \dots (A.14) \quad y_t^* = F\hat{y}_t + Gu_t \dots (A.15)$$

Dado que e_t , \hat{y}_0 , y u_t se distribuyen como una normal, se cumple que \hat{y}_t y y_t^* también tienen una distribución normal, pues son una combinación lineal de dichas variables. Si denotamos la muestra total de datos mediante y^* , y utilizando una descomposición del error de predicción, podemos expresar la función de log-verosimilitud como:

$$\mathcal{L}(y^*|\theta) = -\frac{tn}{2} \log 2\pi - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \log |\Sigma_{y^*t}| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n (y_t^* - \hat{y}_{t-1}^*)' \Sigma_{y^*t}^{-1} (y_t^* - \hat{y}_{t-1}^*) \dots (A.16)$$

donde y_{t-1}^* es el predictor de y_t^* utilizando información hasta el periodo t-1. De igual manera Σ_{y^*t-1} es el predictor de la matriz de varianzas y covarianzas de y_t^* utilizando información hasta el periodo t-1. Por último, θ es un vector de parámetros del que dependen y_t^* y Σ_{y^*t} . La expresión

(A.16) puede ser calculada recursivamente, utilizando el Filtro de Kalman.

D.2.2 Interferencia Bayesiana y Filtro de Kalman

La principal diferencia entre la estadística clásica y la estadística Bayesiana se encuentra en la forma de tratar los parámetros desconocidos que se quieren estimar. Mientras la estadística clásica considera a los parámetros como fijos y desconocidos, la estadística Bayesiana interpreta los parámetros como variables aleatorias cuya función de distribución es analizada utilizando el Teorema de Bayes (Koop, 2003).

Otra característica de la inferencia Bayesiana es que nos permite usar una distribución a priori. Cabe señalar que la ventaja de utilizar una distribución prior es que esta contiene información de los parámetros fuera de la data; es decir, se formula sin necesidad de recurrir a la información de los datos o a sus estadísticos, sino que se plantea con base en la información previa que el investigador tiene acerca de los parámetros.

Utilizando el Teorema de Bayes, podemos construir la densidad a posteriori de la siguiente manera:

$$p(\theta|y^*) = \frac{p(\theta, y^*)}{p(y^*)} = \frac{p(y^*|\theta)p(\theta)}{p(y^*)} \quad (17)$$

O también:

$$p(\theta|y^*) \propto p(y^*|\theta)p(\theta) = \mathcal{K}(\theta|y^*) \quad (18)$$

Donde $p(\theta|y^*)$ es la densidad *a posteriori* de θ dado el vector de datos y^* . De acuerdo a la regla de Bayes, la distribución posterior de los parámetros es proporcional al producto de la distribución *prior* (de los parámetros), es decir $p(\theta)$, con la función de verosimilitud de los datos $p(y^*|\theta)$.

Asimismo, $k(\theta|y^*)$ es el posterior Kernel, el cual es proporcional al posterior multiplicado por $p(y^*)$ Tomando logaritmos a la ecuación (18) tenemos que:

$$\ln \kappa(\theta|y^*) = \ln p(y^*|\theta) + \ln p(\theta) = \mathcal{L}(y^*|\theta) + \ln p(\theta) = \mathcal{L}(y^*|\theta) + \sum_{j=1}^J \ln p(\theta_j) \quad (19)$$

Donde J es el número de parámetro que deseamos estimar. La expresión (19) no puede ser solucionada de manera analítica, por lo cual necesitaremos recurrir a algún tipo de método numérico. Un método particularmente utilizado es la rutina de optimización de Christopher Sims⁸, con la finalidad de maximizar la expresión (19)

⁸ Rutina `csminwell` de Matlab.

con respecto al vector de parámetros θ , a fin de obtener la moda de la distribución posterior, denotada por θ^m y la matriz hessiana, evaluada en la moda $H(\theta^m)$.

El siguiente paso consiste en utilizar un método de muestreo conocido como MCMC (Cadena de Markov Monte Carlo), en particular haremos uso del algoritmo Metrópolis-Hastings para simular la distribución posterior.

D.2.3 Algoritmo Metropolis-Hastings

Este algoritmo se basa en los métodos Markov-Chain Monte Carlo (MCMC), mediante el cual se puede estimar los parámetros del modelo a partir de la generación de muestras aleatorias y aproximándonos a las distribuciones a posteriori.

En particular, el procedimiento para calcular la distribución posterior consta de dos etapas. En la primera etapa se encuentra la moda de la distribución, y la matriz hessiana evaluada en la moda mediante un procedimiento de maximización estándar. En la segunda etapa se generan valores aleatorios de la posterior utilizando el algoritmo de Metropolis-Hastings. El procedimiento de este algoritmo es el de generar, apoyado en valores pasados una secuencia de valores aleatorios⁹. Siguiendo a Caputo, Liendo y Medina (2006) y Rodríguez Espejo (2014), la secuencia de pasos viene dada por:

Paso 1. Se inicia el proceso con un valor inicial para los parámetros θ^0 y se obtiene el producto de la función de verosimilitud con el valor inicial: $L(\theta^0|Y^T) P(\theta^0)$

Paso 2. Entonces se genera un valor aleatorio θ^1 , de la forma $\theta^1 = \theta^0 + y^1$, donde y^1 tiene distribución multivariada normal. Seguidamente para θ_1 se debe calcular el producto de la Función de Verosimilitud con el *prior* de esta.

En este paso encontramos un nuevo valor aleatorio que puede ser aceptado o rechazado con una probabilidad de R y $(1-R)$, respectivamente.

$$R = \min \left\{ 1, \frac{L(\theta^1|Y^T) p(\theta^1)}{L(\theta^0|Y^T) p(\theta^0)} \right\}$$

Si el valor es aceptado generaremos otro valor para luego evaluarlo, si no fuera aceptado descartamos este y volvemos a generar uno nuevo a partir del valor inicial, para luego evaluarlo.

⁹ Es por ello que se está dentro de la familia de los modelos de Cadenas de Markov Monte Carlo.

D.2.4 Datos utilizados en la estimación Bayesiana

Estimamos el modelo DSGE utilizando datos trimestrales de la economía guatemalteca para el periodo 2005:1-2013:4¹⁰. La fuente principal de información para las series del PBI transable, PBI no transable, la tasa de interés nominal de corto plazo, la inflación agregada de la economía, y el tipo de cambio nominal, son las estadísticas del Banco de Guatemala, estadísticas del FMI y del Banco Mundial.

A la serie del PBI real debe [sic] le aplicamos logaritmos, le extraemos el componente estacional usando el método Census X12, y le quitamos la tendencia. A las otras variables se le debe hacer *demeaning* y se les debe quitar el componente estacional, según corresponda.

Anexo E: Resultados de las estimaciones

E.1 Parámetros calibrados

Tabla 1. Parámetros calibrados y estimados

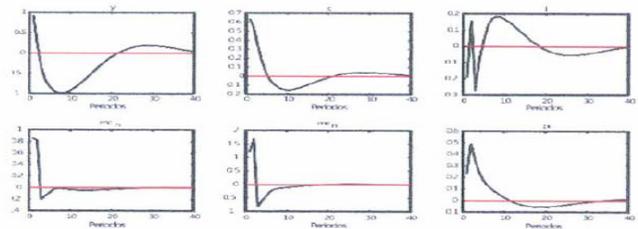
Los parámetros fueron calibrados utilizando

Símbolo	Valor
α	1.5
β	0.99
Θ	2.5
σ	2.61
φ	3
η	0.24
δ	0.2
θ_1	1.2
θ_2	1.2
θ_3	1.2
θ_4	0.25
b	0.731
γ_1	0.3
γ_2	0.5
γ_3	0.20
ζ_F	0.75
ζ_H	0.80
ζ_N	0.40
ξ	0.45
ξ	0.10
ρ_r	0.50
ϕ_y	0.82
ϕ_π	0.30
ϕ_π	1.50
ρ_{ZH}	0.80
ρ_{ZN}	0.80
ρ_{y^*}	0.75
ρ_{m^*}	0.60
ρ_{s^*}	0.66
ψ	0.95
τ_L	0.10
τ_{HH}	0.70
τ_L	0.75

¹⁰ La muestra comienza en el 2005 pues para ese año el Banco de Guatemala ya había completado su transición hacia un esquema de metas explícitas de inflación.

E.3 Funciones de impulso respuesta

a. Shock positivo del ingreso mundial:

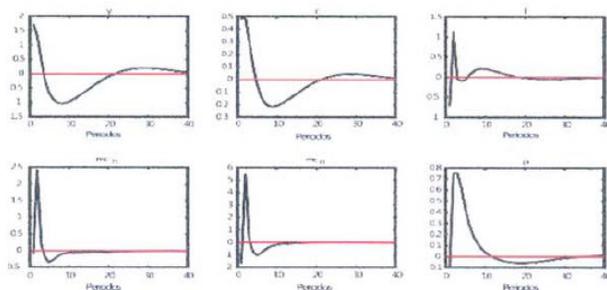


La figura 1 muestra los impulsos respuestas ante shocks positivos en el nivel de ingresos extranjeros (i. e. Aumento del PBI mundial). La teoría económica predice que un aumento en los ingresos del resto del mundo conduce a un incremento de los ingresos, del consumo y del empleo en una economía pequeña y abierta debido a varias razones. Por ejemplo, el ingreso del país doméstico aumenta ya que el aumento de ingresos del resto del mundo significa el incremento de la demanda de las exportaciones de la economía nacional. Este incremento de la demanda también dará lugar a la creación de empleo. El consumo aumenta a través de la distribución de riesgo internacional, introducida en el modelo gracias al supuesto de mercados financieros completos. Sin embargo, eventualmente tanto el consumo como los ingresos caen y la respuesta cambia y pasa a ser negativa (los ingresos después de 3 trimestres y el consumo después de 6 trimestres). La explicación de este proceso sigue a continuación. El incremento de los ingresos extranjeros conduce a una creciente demanda de las exportaciones del país doméstico. Esto, a su vez, conduce a un incremento de la demanda de mano de obra por empresas que producen bienes transable y, por tanto, ejerce una presión de alza sobre el costo marginal de los bienes transables. Al mismo tiempo, cuando la demanda de bienes transables producidos en el país (exportaciones) aumenta, los hogares sustituyen parte de su consumo de estos bienes por bienes no transables ya que los consumidores domésticos consumen tanto bienes transables y no transables y sustituyen uno por otro dependiendo de sus precios relativos. Algo muy similar ocurre con los bienes no transables: la creciente demanda de mano de obra por empresas que producen bienes no transables, conduce al aumento del costo marginal. El incremento de costos marginales obliga a las empresas a reducir su producción ya que no pueden ajustar sus precios de forma automática. La mejora de ambos

sectores en respuesta a un shock de ingresos extranjeros ejerce presión al alza sobre la tasa de inflación agregada en relación a su valor de estado estacionario. Esto lleva a la autoridad monetaria para responder al aumentar la tasa de interés de política que ayuda a la economía ajustarse de nuevo al estado estacionario.

b. Shock positivo en la inflación foránea

Gráfico 2. Un choque positivo en el PBI del resto del mundo



Como puede observarse en la figura 2, el efecto inicial de un choque de inflación externa es que la producción y el consumo responden positivamente mientras que el empleo, los costos marginales y la inflación responden negativamente. El aumento de la inflación en el resto del mundo se espera que tenga dos efectos sobre la economía nacional. En primer lugar, la presión inflacionaria en el resto del mundo conduce a la mejora de la competitividad de la economía nacional ya que el impacto inicial de este evento es una depreciación del tipo de cambio real de la economía nacional.

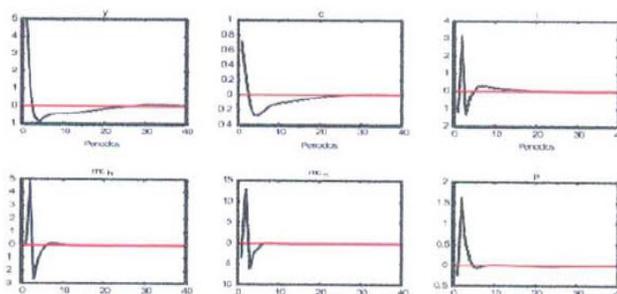
Esto conduce a una creciente demanda de bienes transables de la economía nacional por los extranjeros, que a su vez conduce a una creciente demanda de mano de obra y, por lo tanto, el aumento del costo marginal. En segundo lugar, el mismo evento genera que los bienes de consumo importados sean más caros para los consumidores domésticos. Como se resaltó, las familias tratan de sustituir algunos productos por otros dependiendo de sus precios relativos. En consecuencia, cuando el tipo de cambio se deprecia y la demanda de los consumidores extranjeros de bienes transables nacionales (exportaciones) aumenta y las **importaciones se encarecen en moneda nacional,**

los hogares domésticos sustituyen parte de su consumo de bienes transables. Ambos efectos se refuerzan entre sí y conducen la producción de la economía nacional y, en cierta medida al consumo, a aumentar.

El efecto general del evento en los costos marginales y la inflación parece ser mayor en nuestro modelo en comparación con el efecto del mismo evento en un modelo Neokeynesiano estándar para una economía pequeña y abierta. Esto se debe en parte a la dualidad del mercado de trabajo introducido en nuestro modelo. En el modelo estándar, el mercado de trabajo es único y homogéneo, lo cual implica que haya una perfecta movilidad de mano de obra entre los sectores y, por lo tanto, la igualación de los salarios. Por lo tanto, cuando hay una creciente demanda de mano de obra en un sector, el salario (y, por lo tanto, el costo marginal) aumenta en ambos sectores, pero el ajuste es rápido.

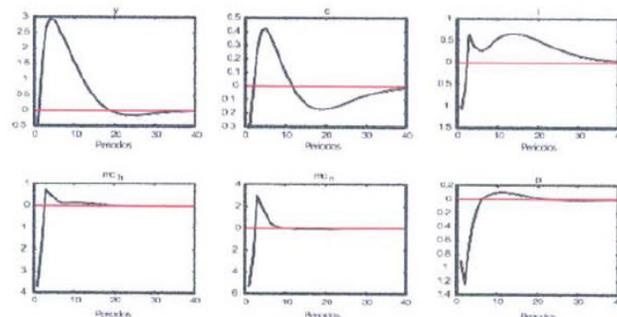
c. Shock positivo en la tasa de interés de política monetaria externa

Gráfico 3. Un choque positivo en la recaudación tributaria



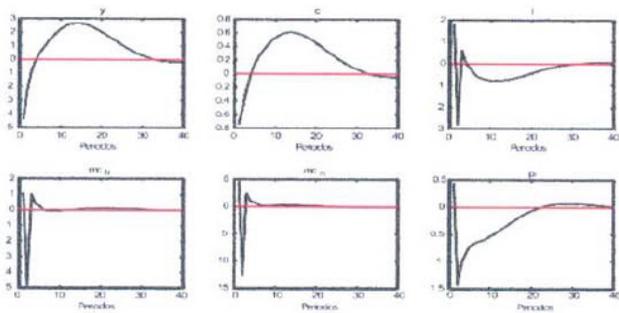
d. Shock de productividad (sector transable)

Gráfico 4. Shock de productividad (sector transable)



e. Shock de productividad (sector no transable)

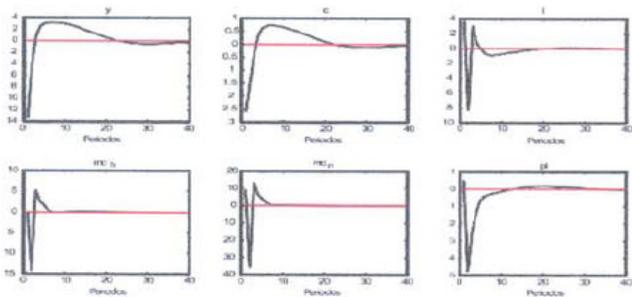
**Gráfico 5. Shock de productividad
(sector no transable)**



f. Shock positivo de política monetaria (doméstica)

El modelo proporciona resultados cualitativamente consistentes, lo que la teoría predeciría ante un shock positivo en la tasa de política monetaria del banco central. Como se puede ver en el gráfico correspondiente, en el anexo D, podemos afirmar que las fricciones en el mercado laboral incorporadas en el modelo juegan un rol importante dentro de la dinámica del sistema, ya que es apreciable que las variaciones observadas tienen persistencia.

**Gráfico 6. Shock positivo de política monetaria
(doméstica)**



Volatilidad del producto, mercados incompletos y flujo de remesas

*Marola Andrea Castillo Quinto,
Freddy Armando Rojas Cama*

Resumen

El objetivo del presente documento es estudiar los cambios en la volatilidad del producto cuando las remesas se incrementan significativamente con respecto a la renta. En particular, analizamos estos cambios bajo diferentes grados de imperfección en los mercados financieros. La metodología empleada enfatiza en la medición cuantitativa y en el mecanismo de transmisión sobre la base de un modelo de equilibrio general. Nuestra investigación encuentra que la volatilidad del producto se ve afectada por el tamaño de las remesas; específicamente un aumento de alrededor de 7 puntos porcentuales en el *ratio* remesas-producto triplica la volatilidad de la renta; efectos mayores son esperados cuando la economía presenta una severidad significativa en la falta de completitud de los mercados. Nuestros cálculos señalan que la severidad en la falta de completitud de los mercados está asociada a valores más o menos débiles de correlación entre el *ratio* de utilidades marginales y el tipo de cambio real.

I. Introducción

El objetivo del presente documento es estudiar los cambios en la volatilidad del producto cuando las remesas se incrementan significativamente con respecto a la renta¹. Estudiamos estos cambios cuando el grado de imperfección de los mercados financieros se hace más severo. La metodología empleada enfatiza en la medición cuantitativa y en el mecanismo de transmisión sobre la base de un modelo de equilibrio general. El modelo utilizado para

¹ El ejercicio también puede realizarse con respecto a otros flujos similares o a variables directamente comparables como es el caso de las exportaciones o la inversión extranjera directa.

el propósito de esta investigación es una extensión a los aportes hechos por Obstfeld y Rogoff (2002), Clarida, Gali y Gertler (2002), Benigno and Benigno (2006), Svensson, Ferrero y Gertler (2008), Gali y Monacelli (2005), Chang y Catao (2011) y Rojas y Castillo (2014). Los resultados de nuestra investigación son aplicables para una economía pequeña que recibe un volumen importante de remesas y cuya cuenta externa se encuentra en equilibrio.

Nuestra aproximación se centra en el análisis del equilibrio general y en la desagregación de efectos por sectores de producción. El modelo permite estudiar también el ajuste en los salarios reales, cambios en los costos marginales y variaciones en las horas de trabajo. La desagregación y el desapego del análisis de equilibrio parcial son necesarios toda vez que se requiera analizar la respuesta de las firmas a los flujos de remesas. La rigurosidad matemática puesta en la solución del problema de las firmas nos permite conocer en forma analítica los cambios (óptimos) en los precios de los bienes para cada uno de los sectores.² Estos cambios también contribuyen a determinar la medida de volatilidad del producto en su versión agregada.

La forma funcional matemática que representa la decisión de consumo en los hogares permite que el flujo periódico de remesas no sea considerado meramente un *shock* típico de demanda; un modelo estándar de ciclo económico descompone un *shock* típico de demanda asignando un porcentaje fijo del nuevo ingreso hacia el consumo de bienes producidos por diferentes sectores. Específicamente, la utilización de preferencias no homotéticas permite que los porcentajes de asignación varíen cuando los flujos de

² Para cada uno de los sectores se derivan curvas de Phillips.

remesas son introducidos en el modelo estándar³. Es preciso mencionar que los resultados en las asignaciones son equivalentes entre los modelos toda vez que la “*distorsión en las preferencias*” es igual a cero (ver Rojas y Castillo; 2014). Esto último sucede cuando el migrante y su familia acuerdan un patrón de consumo que se implementa en la economía que recibe las remesas. El migrante no participa en el consumo y puede no estar de acuerdo con la asignación. Rojas y Castillo (2014) muestran que la implementación de esta distorsión o diferencias en las preferencias puede conducir a cambios significativos en los momentos estadísticos de las variables tomando como referencia a lo producido por un modelo estándar del ciclo económico. Esta observación es el punto de partida para analizar el cambio de la volatilidad del producto cuando la imperfección del mercado se hace más severa al recibir flujos normales de remesas. A lo largo del documento usaremos indistintamente los términos “falta de completitud” o “imperfección” para referirnos a los mercados incompletos, esto con fines de exposición.

La falta de completitud de los mercados es una de las características que se puede encontrar con bastante regularidad en los modelos neokeynesianos. Sin embargo, el efecto del grado de imperfección ha recibido poca atención en la literatura; en términos generales la sola presencia de estados no contingentes sería más que suficiente (ex-ante) para acercarse al modelo al proceso generador de datos, esto no sería cierto ex-post. En otras palabras, no se habla de severidad o de grado de la imperfección o falta de completitud de los mercados⁴. El esfuerzo de la literatura actual estaría en adicionar otras fricciones que ayuden a explicar los movimientos de los ciclos. Así, según Bengui, Mendoza and Quadrini (2012), el argumento líneas arriba es el que motiva a estudiar los lazos entre mercados incompletos, fricciones en los mercados financieros y desbalances globales (ver Mendoza; 2009, Angeletos and Panousi; 2011, Caballero et al; 2008, Fogli and Perri; 2006). Recientemente, Bengui, Mendoza and Quadrini (2012) encuentran que la dinámica del consumo en una economía con un solo bono no contingente es muy similar a la dinámica predicha por un modelo con mercados completos.

³ Ravn, Schmidt-Grohe y Uribe and Schmidt (2004) discuten las implicaciones de adoptar preferencias no homotéticas del estilo de Geary y Stone en los modelos de ciclos de negocios.

⁴ Atanasio y Rios-Rull (2003) señalan que la evidencia empírica, en economías agrarias con mercados financieros casi inexistentes, muestra que las fluctuaciones del consumo son significativamente mayores en comparación a modelos con perfecta contingencia. Pero también hacen notar que las fluctuaciones de renta son mayores aún, por lo que algún suavizamiento o grado de completitud es alcanzado inclusive en estas economías.

Según los autores, este resultado evoca hallazgos previos y al parecer lo que importaría es el grado de repartición de riesgo, es decir, la relación existente y cercana entre las utilidades marginales del consumo entre países socios y el tipo de cambio real. Esta salvedad es la que implementamos en el presente trabajo de investigación. Específicamente, debilitamos la condición de repartición de riesgo y la utilizamos como *proxy* a una medida de severidad en la falta de completitud de los mercados. En otras palabras, debilitamos la conexión de los movimientos en el gasto de consumo entre países. Si un país tiene la capacidad de trasladar parte de los cambios en el tipo de cambio real a sus socios comerciales, diremos que existe una repartición del riesgo. De otro modo, la repartición sería débil y pondría de manifiesto que los mercados se han vuelto más incompletos. Es necesario recordar que la adopción estándar de modelos con características de mercados incompletos recae en la noción de transacciones de activos no contingentes⁵. ¿Cómo los mercados incompletos se conectan con las remesas? Las remesas son un flujo contingente; estos se intensifican cuando las familias se encuentran en tiempos difíciles y tienen la capacidad de contraerse cuando la economía mejora. Entonces tenemos dos fuerzas contrapuestas que definen la severidad de la falta de completitud de los mercados; el efecto neto se traduce en la variación de la volatilidad del producto, la variable de interés en nuestro análisis.

La metodología propuesta requiere tener valores aproximados de los parámetros —llamados profundos— para la tarea cuantitativa. Para ello tomamos como referencia el trabajo de Rojas y Castillo (2014), quienes estiman estos parámetros utilizando técnicas econométricas, en algunos casos escogen estos valores desde la literatura existente. Un trabajo muy cercano a ellos es el de Catao y Chang (2013) de donde toman la mayor parte de los valores de los parámetros. Los autores toman en consideración estimados para los países que conforman el grupo de renta media baja. La razón principal es la siguiente: los países de renta media baja reciben un flujo importante de remesas. En el 2009, según cifras del Banco Mundial⁶, 6 de las 10 economías que reciben los mayores flujos de remesas —en términos del tamaño del producto bruto interno— pertenecen a este grupo. Así también, 13 de 27 países que reciben flujos mayores al 8% de sus niveles de renta pertenecen al mismo grupo

⁵ Es valioso mencionar que existe escasa literatura que discute los grados de los mercados incompletos.

⁶ Ver Banco Mundial (2011).

de renta. En el 2009, los países de renta media recibieron remesas del exterior valoradas en casi 13 y 3 veces de lo recibido por países clasificados como de renta baja y desarrollados, respectivamente.

II. Literatura

En esta sección revisamos principalmente la literatura existente sobre tópicos de mercados incompletos y la volatilidad del producto. También revisamos en términos generales el uso de modelos de equilibrio general que incorporan las remesas como objeto de estudio. En todo momento, mientras revisamos la literatura, hacemos un paralelo con nuestro trabajo mostrando la motivación y los supuestos claves detrás de la elección de las formas funcionales de nuestro modelo, esto con fines de simplicidad en la discusión y exposición.

Existe una variada literatura que hace referencia a la utilización de Modelos Dinámicos de Equilibrio General Estocástico del tipo nekeynesiano. Aportes muy importantes han sido hechos por Obstfeld y Rogoff (2002), Clarida, Gali y Gertler (2002), Benigno and Benigno (2006), Svensson, Ferrero y Gertler (2008), Gali y Monacelli (2005) y Chang y Catao (2011). Sin embargo, trabajos que analicen los flujos de remesas y sus efectos en la volatilidad de la renta son casi inexistentes. Esto se debe a que generalmente se trata a las remesas como a cualquier *shock* de renta, este punto de vista conduce al análisis sobre los efectos de las remesas como simple o poco atractivo en desarrollar. En ese sentido cualquier nuevo estado estacionario en el tamaño de las remesas (con respecto a su renta) tiene un impacto en el correspondiente estado estacionario alcanzado para todo el sistema pero no en su volatilidad. En los últimos años ha habido un incremento significativo en el tamaño de las remesas. Por ejemplo, las estadísticas para la economía de Guatemala señalan que en 1990 las remesas como porcentaje del producto bruto interno era alrededor de un 1.6%, mientras que en el 2013 este *ratio* alcanzó el 10%. A diferencia de nuestro estudio, la literatura hace referencia a la dualidad de los flujos de remesas con la volatilidad de la renta cuando el objetivo es evaluar la capacidad contracíclica que tienen las remesas y así medir el suavizamiento de los ciclos económicos. Los esfuerzos de estos trabajos están centrados en encontrar empíricamente la medida de la elasticidad de las remesas a la renta u otro nivel de bienestar de las familias. Estos trabajos son ciertamente limitados para analizar efectos en los aumentos del *ratio* remesas-producto en el estado

estacionario. Otros trabajos se centran en encontrar el monto de apreciación real en los países receptores de remesas (ver Rojas y Castillo 2014; Barajas et al, 2010; Castañeda y Catalán; 2007). Otros trabajos también se preocupan por añadir fricciones que ayuden a acercar el modelo a los datos (ver Castañeda y Catalán; 2007)⁷, mientras otros muestran el potencial de las remesas en afectar el desarrollo económico sectorial vía movimientos en el trabajo (ver Acosta, Larrey y Mandelman (2009)). También el rol de la política monetaria es uno de los temas de rigor (ver Mandelman; 2011).

Con respecto al rol de los mercados incompletos en los modelos, los últimos aportes metodológicos en los modelos de equilibrio general parecen mostrar que su inclusión corresponde más a un rol pasivo que a uno activo; en este sentido la motivación está más ligada a producir un modelo que represente por ese lado a economías con escaso desarrollo financiero. Nuestro trabajo considera una versión más general y precisa en la definición de los mercados de activos no contingentes. Incorporamos sobre la definición existente de mercados incompletos el cumplimiento de la condición de repartición del riesgo. La literatura define a esta condición como una anomalía más que a un síntoma de la severidad en la falta de completitud de los mercados. La condición de repartición de riesgo puede ser perfecta inclusive con mercados financieros que transan activos no contingentes. Benigno y Thoenissen (2008) revisan la famosa anomalía del tipo de cambio real y del consumo construyendo un modelo con bienes no transables y una estructura financiera de mercados no contingentes con costos no desdenables en los retornos del activo financiero. Esta estructura básica bastaría para debilitar la correlación entre el *ratio* de utilidades marginales del consumo bilateral y el tipo de cambio real.

La literatura sobre los modelos de mercados incompletos comienza con los modelos de Bewley (1977, 1980, 1983, 1986). En estos modelos no existe incertidumbre a nivel agregado ni alguna variable de estado temporal, pero sí existe mucha incertidumbre a nivel del individuo. Es en este contexto en que el individuo solo tiene la opción de autoasegurarse manejando solo un activo para acomodar su consumo a los *shocks*. Los modelos de Hugget (1993) y Aiyagari (1994) ponen énfasis en restricciones de endeudamiento y de selección de capital en la firma, aunque la estructura de cada uno de sus modelos puede ser diferente

⁷ Castañeda y Catalán (2007) estiman que hubo una apreciación real de 12.5% en 5 años. Rojas y Castillo (2013c) estiman que estos montos de apreciaciones son equivalentes a reducciones de productividad importantes en el corto plazo.

a simple vista, los trabajos son muy similares al construir un equilibrio calibrado que replica ciertos momentos en el nivel promedio entre los agentes.

Son estos modelos que muestran el lado extremo de los mercados incompletos y que representa un buen punto de partida para entender los efectos en variables de interés. Si bien el acceso al crédito mejora el rasgo de la completitud de los mercados todavía existe una opinión cualitativa y por lo tanto una medición discreta. Nuestro trabajo incorpora una medición continua y nos referimos a los mercados incompletos en su versión más general que incluye el cumplimiento de la condición de repartición de riesgo en su versión fuerte⁸. Es justo mencionar que nuestro modelo puede mostrar un grado de falta de completitud pero no es posible alcanzar el otro extremo, es decir, mercados completos. Esto no es restrictivo en nuestro análisis, puesto que conseguimos variaciones significativas sobre la volatilidad de la renta. Es valioso mencionar que la implementación de nuestra medida de severidad de la falta de mercados completos es continua sobre un rango específico; sin embargo, precisamente es sobre este rango que tenemos efectos muy significativos. En la sección de conclusiones daremos algunos detalles al respecto sobre esta restricción.

III. El Modelo

El modelo es construido adoptando los últimos aportes metodológicos en la literatura relacionada a los modelos de equilibrio general. Así, con el objetivo de responder a las preguntas de esta investigación, aportamos a la discusión con dos modificaciones al modelo estándar propuesto por Rojas y Castillo (2014): i) un cambio específico en el problema de optimización de las familias, y ii) modelación de la correlaciones entre el nivel de actividad económica de los socios comerciales y el monto de remesas entrante a la economía. La primera modificación está relacionada al “*timing*” o al proceso en el cual se toman las decisiones; esto es importante dado que el modelo original –o modelos sin remesas– permite solo el análisis de *shocks* de oferta. En la sección de los hogares se hace el detalle respectivo acerca de esta aproximación. Es importante mencionar que el modelo presentado representa una contribución importante a la literatura existente; es el procedimiento de agregación entre sectores, el cual requiere de cierta complejidad matemática. En ese sentido, la agregación de sectores

⁸ Es decir, el análisis es llevado a cabo en los niveles de las variables (ver Benigno y Thoenissen; 2008).

es un paso importante porque algunos de los indicadores son necesarios para mostrar la desviación estándar por sectores de producción. En la primera parte de esta sección presentamos el Modelo de Equilibrio General Estocástico estándar propuesto por Rojas y Castillo (2014), el cual a su vez está basado en Gali y Monacelli (2005), Chang y Catao (2013), Ferrero, Gertler y Svensson (2007) y Obstfeld y Rogoff (2005). En esta sección se incluyen las ecuaciones que muestran la desagregación de los precios relativos entre bienes transables y no transables.

El modelo se puede resumir en los siguientes términos: en cada sector existe un productor final e intermedio. Los agentes intermedios están comprometidos en el proceso productivo, mientras que los agentes que laboran en el sector final solo ensamblan el bien o producto final. Este bien final está hecho totalmente de bienes intermedios y se encuentra a disposición de los consumidores finales en el mismo período. No se incluye capital por un tema de simplificación y por cuanto nuestro análisis es de corto plazo (ver Ferrero, Gertler y Svensson; 2007). Nos vamos a referir como producto doméstico transable al bien producido con trabajo e insumos importados, el cual puede ser vendido localmente y/o en la forma de bienes de exportación. El término no transable o también llamado doméstico se refiere al bien final producido con un solo insumo que es el trabajo y que es comercializado en el mercado local. Por otro lado, existe un bono que es comercializado internacionalmente y denominado en términos del índice general de precios. Una medida de costos de transacción (ver Schulhofer and Wohl; 2011) es incluida en el modelo con el propósito de conseguir la imperfección de mercados que es materia también de la presente investigación.

A. Los hogares

Los hogares ofrecen un continuo de trabajo que está distribuido entre el sector transable y el no transable. La preferencia de los hogares está dada por la siguiente expresión:

$$U_t(f_t, L_{n,t}(j), L_{N,t}(j)) = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t^{\sigma} \left(\frac{f_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \zeta \left(\int_0^{\gamma} \frac{L_{h,t}(j)^{1+\varphi}}{1+\varphi} dj + \int_{\gamma}^1 \frac{L_{N,t}(j)^{1+\varphi}}{1+\varphi} dj \right) \right) \quad (1)$$

El problema de los hogares es maximizar U_t escogiendo un nivel f_t , el cual depende del consumo sectorial, y de niveles de trabajo entre sectores, β_t es el factor de descuento endógeno, ζ es un *shock* a las preferencias y σ es el coeficiente de la aversión relativa al riesgo. C_t es el índice de consumo de bienes finales por los hogares. Dentro de los hogares existe una fracción γ de trabajadores que laboran en el sector transable, mientras que la fracción $(1 - \gamma)$

trabaja en el sector no transable; $L_{k,t}(s)$ es el monto de trabajo ofertado por el trabajador para la firma (s), esta firma es identificada en el rango $(0, \gamma)$ si pertenece al sector transable ($k \equiv h$) y en el rango $(\gamma, 1)$ si se encuentra en el sector no transable ($k \equiv n$). La ecuación de presupuesto está dada por la siguiente expresión,

$$P_t(C_t + \omega_c \Theta(C_t, VA_t)) + B_t = I_{t-1} B_{t-1} + \int_0^{\gamma} W_{ht}(j) (L_{ht}(j) - \omega_c \Theta(C_t, VA_t)) dj + \int_{\gamma}^1 W_{Nt}(j) L_{Nt}(j) dj + P_t R_t$$

El numerario se encuentra en términos del índice general de precios. B_t es la tenencia de bonos al comienzo del período en moneda corriente. $W_{k,t}(j)$ es el índice de salario nominal en el sector $k = h, n$, y que prevalece en la firma (j). $I_{t-1} \equiv 1 + i_t$ denota la tasa de interés bruta entre el período $t - 1$ and t . R_t son los flujos de remesas que la economía recibe en el período t . Los hogares transfieren costos de transacción que dependen de la medida relativa del consumo planeado. La medida de esta transferencia es denotada por la expresión $\Theta(C_t, VA_t)$ donde VA_t es el valor añadido. El parámetro (ω_c) define el tamaño de la imperfección de mercados, el cual va a depender de algún múltiplo del parámetro σ . Analizamos en detalle esta función en la sección que discute la imperfección de mercados.

La solución al problema de los hogares es conocido (Gali y Monacelli 2005). Así tenemos la siguiente condición de Euler, la cual incluye el costo de transferencias:

$$\frac{1}{1+i_t} = \beta_t E_t \left(\left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \frac{P_t}{P_{t+1}} \frac{(1+\omega_c \Theta_c(C_t, VA_t))}{(1+\omega_c \Theta_c(C_{t+1}, VA_{t+1}))} \right) \quad (1)$$

Donde $\beta_t \equiv \beta \cdot (1 + 1.1 \cdot (C_t - 0.2))^{-1}$ y Θ_c denota una derivada parcial de la función de costos con respecto al consumo. i_t es el retorno neto del bono. La ecuación anterior se puede reescribir sin pérdida de generalidad como sigue,

$$\frac{1}{1+i_t} = \beta_t E_t \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\sigma} \left(\frac{P_{h,t+1}}{P_{h,t}} \right) \left(\frac{P_{n,t+1}}{P_{n,t}} \right) \Pi_{h,t+1}^{-1} \frac{(1+\omega_c \Theta_c(C_t, VA_t))}{(1+\omega_c \Theta_c(C_{t+1}, VA_{t+1}))} \quad (2)$$

El monto de trabajo ofertado dependerá de la medida relativa de utilidades marginales de consumo y trabajo.

$$\frac{U_{L_k}(L_{k,t})}{U'(C_t)} \equiv \zeta C_t^{\sigma} L_{kt}^{\varphi}(j) \frac{(1+\omega_c \Theta_c(C_t, VA_t))}{(1-\omega_c \Theta_{VA}(C_t, VA_t))}$$

Ver detalles de la derivación en Rojas y Castillo (2014).

B. Las remesas

R_t corresponde a los flujos de remesas disponibles en términos del índice general de precios de los bienes de consumo en cada período. R_t^c representa las remesas recibidas de los residentes nacidos en la economía local pero que viven y trabajan en el extranjero. Esta forma de remesas es determinada por motivos altruistas o por alguna forma diferente de ayuda no condicionada. Por otro lado, tenemos cierto monto de remesas R_t^d que responden al ciclo económico; esta parte de las remesas responden contracíclicamente. La forma funcional para el motivo altruista de las remesas es la siguiente:

$$\log(R_t^c) = \mu + \rho \log(R_{t-1}^c) + \sigma_R \xi_t$$

La expresión anterior es un proceso autorregresivo AR(1) con parámetro de persistencia ρ ; el proceso presenta errores de naturaleza log-normalmente distribuidos con media cero y varianza σ_R^2 . El flujo de remesas que dependen del nivel de consumo anterior (R_t^d) es caracterizado por la siguiente expresión,

$$\log(R_t^d) = \varrho \log(C_{t-1})$$

donde $\varrho < 0$ es la elasticidad de las remesas con respecto al consumo rezagado. La expresión para el flujo total de remesas es el siguiente,

$$R_t = R_t^d R_t^c$$

Aquí discutimos una de las modificaciones al modelo estándar. La segunda modificación en el modelo original de Rojas y Castillo (2014) es la modelación del sector externo. Específicamente incorporamos las siguientes formas funcionales,

$$C_{T,t}^* = \gamma C_t^*$$

$$C_t^* = \delta_0 + \delta_1 R_t^c$$

C. La demanda por bienes transables y no transables

Adicionalmente los hogares maximizan la función de utilidad escogiendo el consumo entre bienes transables y no transables $C_{T,t}$ and $C_{N,t}$. Con respecto a la forma funcional, adoptamos una especificación simple haciendo énfasis en el tiempo de las decisiones ("timing"). En otros términos, las remesas son convertidas o expresadas en términos de bienes transables y no transables utilizando los precios relativos del período $t+0$. Luego, en el período $t+1$, se consumen las remesas, los precios se actualizan y se define

un nuevo índice de consumo \tilde{C}_t , este difiere de C_t solo con respecto a los precios relativos en su construcción. En el período t+2 la demanda de los bienes es afectada por la sustitución producida por los cambios de los precios en el período anterior y el tamaño de la brecha $C_{t+1} - R_{t+1}$. El siguiente esquema muestra el “timing”;

Esquema 1: Decisiones y estados

Período 0	Período 1	Período 2
$P_{NT,0}, P_{T,0}$	$\tilde{C}_1, P_{NT,1}, P_{T,1}, R_0$	$\tilde{C}_2, P_{NT,2}, P_{T,2}, C_1 - R_1$

El esquema muestra que las decisiones son hechas en el período 1 con información de los precios (los estados) en el período 0. Los nuevos precios en el período 1 son utilizados en el período 2. La función de utilidad considerando el “timing” es

$$f_t(C_{Tt}, C_{Nt}|R_t) \equiv \frac{(C_{Tt} - \omega \frac{P_{T,t-1}}{P_{T,t-1}} R_t)^\gamma (C_{Nt} - (1 - \omega) \frac{P_{T,t-1}}{P_{N,t-1}} R_t)^{1-\gamma}}{\gamma(1-\gamma)}$$

La expresión anterior incluye la “distorsión en las preferencias”, esta distorsión surge por las diferentes asignaciones o reparticiones del monto de remesas entre bienes transables y no transables; una de estas asignaciones *ex-ante* es hecha por los migrantes que proveen cierto monto de remesas cada período. La otra asignación la realizan las familias que viven y trabajan en la economía local y son precisamente estos agentes los que reciben las remesas, ver Rojas y Castillo (2014).

Una vez establecidas las preferencias, los hogares necesitan encontrar el consumo óptimo entre los bienes transables y no transables; las condiciones necesarias de primer orden son,

$$C_{Tt} = \gamma \left(\frac{P_{T,t-1}}{P_{T,t-1}} \right)^{-1} (C_{t-1} - R_{t-1}) + \omega R_t Q_{nt-1}^{1-\gamma}$$

$$C_{Nt} = (1 - \gamma) \left(Q_{nt-1} \frac{P_{T,t-1}}{P_{T,t-1}} \right)^{-1} (C_{t-1} - R_{t-1}) + (1 - \omega) R_t Q_{nt-1}^{-\gamma}$$

Donde $Q_{N,t}^{1-\gamma} = \frac{P_t}{P_{T,t}}$ y $Q_{N,t}^{-\gamma} = \frac{P_t}{P_{N,t}}$ representan los precios relativos; cambiamos la notación por conveniencia y simplicidad.

El consumo de bienes transables C_{Tt} es un agregado de bienes domésticos transables C_{ht} y de bienes importados C_{ft} .

$$C_{Tt} = \left((1 - \alpha)^{\frac{1}{\eta}} C_{ht}^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} C_{ft}^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

El valor del parámetro de apertura $\alpha < 0.5$ muestra un sesgo hacia los bienes domésticos transables. La elasticidad de sustitución entre bienes domésticos transables y extranjeros está medido por el parámetro η . Se asume una especificación CES, dado que la elasticidad de sustitución es probable a ser alta entre estos bienes.

Así, dado el nivel de consumo C_T y precios P_{ht} y P_{ft} , la demanda óptima de estos bienes es expresada por las siguientes ecuaciones:

$$C_{ht} = (1 - \alpha) \left(\frac{P_{ht}}{P_t} \right)^{-\eta} C_{Tt}$$

$$C_{ft} = \alpha \left(\frac{P_{ft}}{P_t} \right)^{-\eta} C_{Tt}$$

D. Las firmas

El bien final es ensamblado utilizando una variedad de bienes intermedios; el parámetro γ denota el porcentaje de firmas comprometidas a producir bienes intermedios en el sector transable $j \in (0, 1)$. El proceso de producción toma lugar de acuerdo a la tecnología CES:

$$Y_{h,t} = \left(\gamma^{-\frac{1}{\varepsilon}} \int_0^{\gamma} Y_{ht}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad Y_{N,t} = \left((1 - \gamma)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \int_{\gamma}^1 Y_{Nt}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$

El parámetro ε es la elasticidad de sustitución entre los bienes intermedios, se asume que $\varepsilon > 1$. La demanda por cada variedad de bienes intermedios está dada por la siguiente expresión,

$$Y_{h,t}(j) = \gamma^{-1} \left(\frac{P_{h,t}(j)}{P_{h,t}} \right)^{-\varepsilon} Y_{h,t}$$

$$Y_{N,t}(j) = (1 - \gamma)^{-1} \left(\frac{P_{N,t}(j)}{P_{N,t}} \right)^{-\varepsilon} Y_{N,t}$$

Así también, según el costo de cada variedad, el índice de precios relevante para cada bien final está dado por las siguientes expresiones,

$$P_{h,t} = \left(\gamma^{-1} \int_0^{\gamma} P_{ht}(j)^{1-\varepsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}, \quad P_{N,t} = \left((1 - \gamma)^{-1} \int_{\gamma}^1 P_{Nt}(j)^{1-\varepsilon} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

La variedad j de bienes intermedios es solo producida por una clase de trabajo de tipo j de acuerdo a la función de producción para bienes domésticos transable y no transable, este proceso tiene la forma “Dixit-Stiglitz”,

$$Y_{h,t}(j) = \iota A_{h,t} L_{h,t}(j)^{1-\alpha} M_t(j)^{\alpha}$$

$L_{nt}(j)$ es el empleo de tipo j y A_{nt} es el *shock* de productividad de la firma que produce bienes intermedios domésticos y transables, este impacto es común a todas las firmas dentro del sector. El parámetro κ representa la participación del *commodity* o insumo importado en el proceso de producción, y $M_t(j)$ representa precisamente ese insumo importado. El parámetro ι denota la expresión $(\kappa^\kappa(1-\kappa)^{1-\kappa})^{-1}$.

La función de producción para las firmas del sector no transable está dada por la siguiente expresión,

$$Y_{Nt}(j) = \iota A_{nt} L_{nt}(j)$$

La proposición siguiente establece la forma funcional de la demanda agregada por trabajo en los sectores transable y no transable.

El índice del precio nominal del agregado de consumo es P_t el cual está en función de los precios de transables y no transables, P_{Tt} and P_{Nt} , así tenemos la siguiente expresión,

$$P_t = P_{Tt}^\gamma P_{Nt}^{1-\gamma}$$

La minimización de costos por parte de las firmas sugiere que P_{Tt} puede ser expresada como una función de P_{nt} y P_{ft} ,

$$P_{Tt} = \left((1-\alpha)P_{nt}^{1-\eta} + \alpha P_{ft}^{1-\eta} \right)^{\frac{1}{1-\eta}}$$

Se asume que la ley de un solo precio se mantiene solo para los bienes transables importados. Siendo S_t el tipo de cambio nominal y denotamos el superíndice (*) como el precio del mismo producto comercializado en el extranjero. Así tenemos que,

$$P_{ft} = S_t P_{ft}^*$$

El proceso de producción de las firmas intermedias están afectas a *shocks* de productividad. Así, el proceso de innovación sectorial toma la forma de un proceso exógeno AR(1) con errores idénticamente e independientemente distribuidos,

$$\log A_{k,t} = \rho_k \log A_{k,t-1} + \sigma_{a_k} \varepsilon_{k,t}$$

donde nuevamente k identifica el sector donde se produce la innovación. Los parámetros (ρ_k, σ_{a_k}) se calibran tomando en cuenta el trabajo de Rojas y Castillo (2014).

Los productores de las variedades son competidores monopolísticos y fijan sus precios en moneda local como en Calvo (1983); cada firma optimiza sus precios de venta

con probabilidad $(1 - \theta_k)$. Asumimos que todos los productores que cambian sus precios se comprometen con un precio \bar{P}_{kt} , el cual satisface lo siguiente,

$$\sum_{r=0}^{\infty} \theta^r E_t \left[\Lambda_{t,t+r} Y_{k,t+r|t} \left(\bar{P}_{k,t} - \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} M C_{k,t+r|t} \right) \right] = 0$$

donde $Y_{k,t+r|t}$ es la demanda en el período $t+r$ para el productor que modificó el precio de su producto intermedio en t :

$$Y_{k,t+r|t} = \left(\frac{\bar{P}_{k,t}}{P_{k,t}} \right)^{-\varepsilon} Y_{k,t+r}$$

La forma funcional de la curva de Phillips para los sectores transables y no transables es la siguiente (en términos log lineales):

$$\pi_{k,t} = \beta \pi_{k,t+1} + \frac{(1-\theta_k)(1-\theta_k\beta)}{\theta_k(1+\varphi\varepsilon)} (m c_{k,t}^R - m c)$$

donde $m c_{k,t}^R$ es el costo marginal real en el sector k , $m c$ es el estado estacionario del costo marginal y $\pi_{k,t}$ es la variación de precios entre t y $t-1$ en el sector k . Ver Rojas y Castillo (2014) para la derivación completa.

E. Política monetaria

El Banco Central implementa cada período una regla de Taylor.

$$i_t = \rho + \phi_\pi \log \Pi_{nt} + \phi_y \tilde{y}_{nt} + v_t$$

Donde \tilde{y}_{nt} es la brecha de producto definida como $\left(\frac{Y_{nt}}{Y_{nt}^n}\right) - 1$, donde Y_{nt}^n representa el producto natural doméstico, el cual es obtenido del sistema asumiendo que no existe rigidez nominal. Donde $\Pi_{n,t}$ es la inflación bruta de los bienes domésticos y transables.

F. Condición de repartición de riesgo

Siguiendo a Gali and Monacelli (2005) y suponiendo fricciones en la transferencia de recursos entre hogares, se define la condición de repartición internacional del riesgo. Así, tomando la condición (1) considerando una expresión similar para los hogares representativos en el resto del mundo, tenemos lo siguiente,

$$\frac{1}{1+i_t} = \beta E_t \left(\left(\frac{C_{t+1}^*}{C_t^*} \right)^{-\sigma} \frac{P_t^* S_t}{P_{t+1}^* S_{t+1}} \right)$$

Combinando (1) y (2) y definiendo el tipo de cambio real como una relación de precios relativos entre países tenemos lo siguiente:

$$C_t = E_t \left(\left(\frac{C_{t+1}^*}{C_{t+1}} \right) \left(\frac{(1+\omega_c \theta_c (C_{t+1}^* V A_{t+1}))}{X_{t+1}} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \right) \left(\frac{X_t}{(1+\omega_c \theta_c (C_t V A_t))} \right)^{\frac{1}{\sigma}} C_t^*$$

Sin pérdida de generalidad se asume que las condiciones iniciales son simétricas,

$$E_t \left(\left(\frac{C_{t+1}^*}{C_{t+1}} \right) \left(\frac{(1 + \varpi_c \Theta_c(C_{t+1}, VA_{t+1}))}{X_{t+1}} \right)^{\frac{1}{\sigma}} \right)$$

La expresión anterior es una constante denominada κ . Finalmente, tenemos la condición compartida de riesgo.

$$C_t = \kappa \left(\frac{X_t}{(1 + \varpi_c \Theta_c(C_t, VA_t))} \right)^{\frac{1}{\sigma}} C_t^*$$

El tipo de cambio real, por definición, se puede expresar de la siguiente manera:

$$X_t = \frac{S_t P_t^*}{P_t}$$

IV. Mercados incompletos

Schulhofer and Wohl (2011) asumen que la transferencia de recursos entre hogares es costosa⁹. El autor asume que si la familia i tiene una renta Y_t y consume $C_t \neq Y_t$, entonces una cantidad adicional $\varpi_c(\Theta(C_t, Y_t))$ de bienes de consumo es destruida, donde $\varpi_c \geq 0$. El parámetro ϖ_c mide la dificultad que tienen las familias para asegurarse contra el riesgo. Tomando en cuenta el trabajo de Chang and Catao (2012), se incluye estas transferencias como un costo extra $(1 + \varpi_c \Theta_{VA}(C_t, VA_t))$. Este costo se encuentra en unidades del bien agregado final, la función $\Theta(\cdot)$ denota una función cuadrática de costos:

$$\Theta(C_t, VA_t) = \frac{C_t}{2} \left(\log \left(\frac{C_t}{VA_t} \right) \right)^2$$

Donde $\varpi_c = \sigma \left(\frac{1}{\psi} - 1 \right)$. Así, ψ representa el grado de completitud de los mercados; este parámetro yace en el rango entre 0 y 1. Si el parámetro ψ es igual a 1 entonces el mercado es completo, si el parámetro ψ es igual a cero entonces la economía local sufre de una autarquía. La función de costos depende del consumo C_t y del valor agregado real VA_t .

V. Calibración

La solución del modelo es estándar en la literatura (ver Sims; 2000, Michelacci; 2006, Uribe y Schmidt-Grohe; 2003, Collard y Julliard, 2001, Dejong, D. y Dave; 2007). Se sugiere revisar Rojas, et al (2010) para un completo detalle acerca de los métodos de solución y literatura relacionada. En esta sección mostramos la calibración respectiva de los parámetros estructurales del modelo teórico. La calibración está basada en Rojas y Castillo (2014), quienes estiman y calibran los parámetros del sistema para Guatemala y para el conjunto de economías de renta media baja. Los procesos exógenos son calibrados según estimaciones econométricas y estudios previos. La tabla 1 muestra los valores de calibración para todos los parámetros del modelo.

En los gráficos 1 y 2 se muestran los impulsos respuesta del

⁹ Para más detalles ver Schulhofer-Wohl (2011).

modelo calibrado. La apreciación severa produce que los bienes importados sean baratos; esto conduce a un déficit considerable de la balanza comercial, esto también afecta el índice de precios disminuyéndolo. Luego del primer impacto de las remesas, los hogares pueden sustituir, esto debido exclusivamente a las preferencias no homotéticas. Los hogares sustituyen el bien caro por el más barato; es decir, el bien no transable por el transable. La producción local se recupera debido a la mayor demanda de los socios comerciales, el incremento de las remesas está asociado con esta mayor demanda: una expansión o recuperación de la renta en economías desarrolladas vienen acompañadas de un flujo mayor de remesas.

Tabla 1: Valores de calibración

Parámetro	Símbolo	Valor
Factor de descuento exógeno	β	0.975
Coefficiente de aversión al riesgo	σ	2.200
Grado de apertura	α	0.400
Coefficiente de la brecha de producto en la regla de Taylor	Φ_y	0.000
Persistencia del shock de política monetaria	ρ_v	0.600
Persistencia del shock de precios importados	ρ_z	0.750
Persistencia del shock de remesas	ρ_R	0.700
S.D. del shock de remesas	σ_R	0.200
Elasticidad de sustitución entre variedades producidas	ϵ	6.000
Elasticidad de remesas a las fluctuaciones de producto	ρ	-0.420
Participación de insumos importados en la producción	κ	0.100
Elasticidad precio de la demanda extranjera por bienes domésticos	λ	0.200
Rigidez de precios en el sector transable	θ_T	0.700
Rigidez de precios en el sector no-transable	θ^N	0.700
Sustituibilidad de bienes locales por extranjeros	η	
Constante en el proceso altruista generador de remesas	μ	0.400
Medida de completitud de los mercados	ψ	0.850
Distorsión en las preferencias	$\gamma - \omega$	0.000
Constante en la relación consumo foráneo y remesas	δ_0	0.500
Pendiente en la relación consumo foráneo y remesas	δ_1	3.000
Fración de trabajadores en el sector transable	γ	0.400
S.D. del shock de política monetaria	σ_v	0.006
S.D. del shock de precios de bienes importados	σ_z	0.006
S.D. del shock de productividad en el sector transable	σ_{AT}	0.042
S.D. del shock de productividad en el sector no-transable	σ_{AN}	0.030

Gráfico 1: Impulso respuesta a una desviación estándar de las remesas

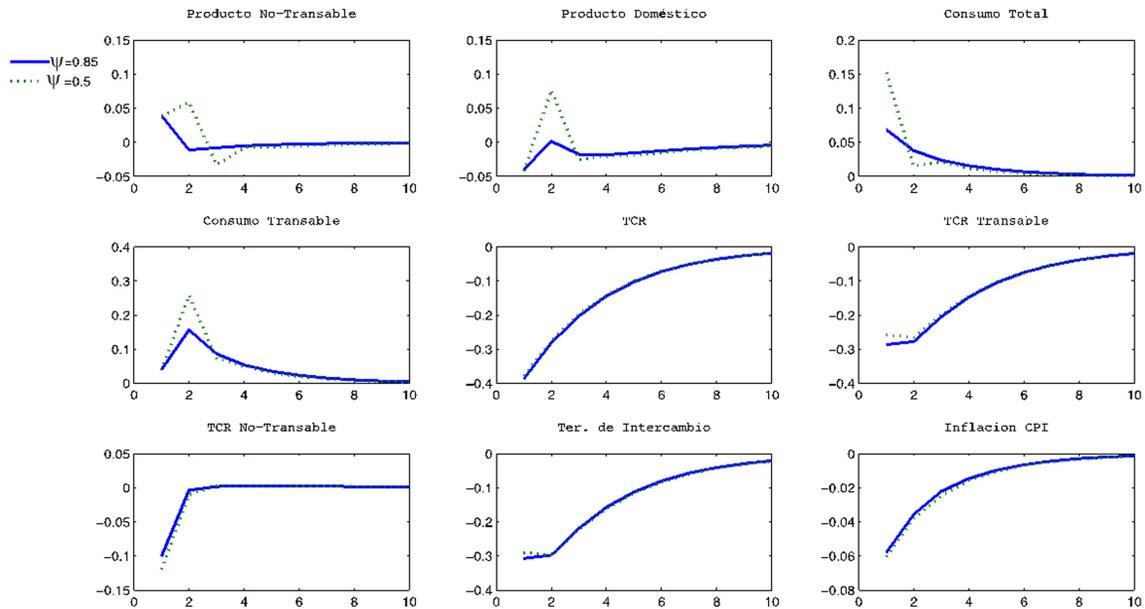


Gráfico 2: Impulso respuesta a una desviación estándar de las remesas

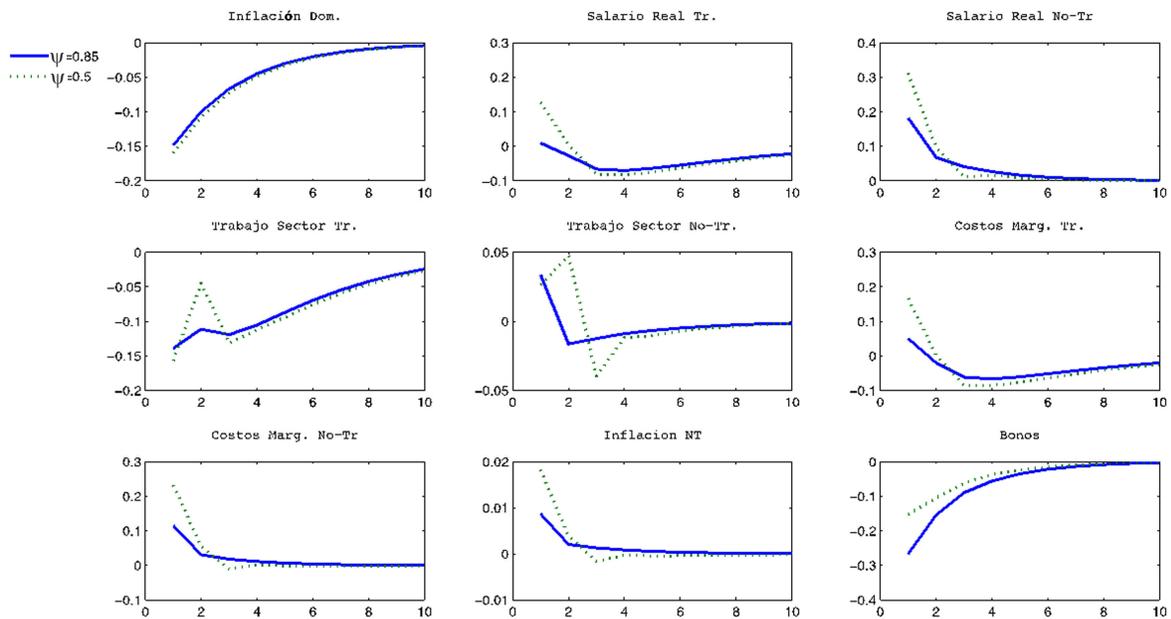
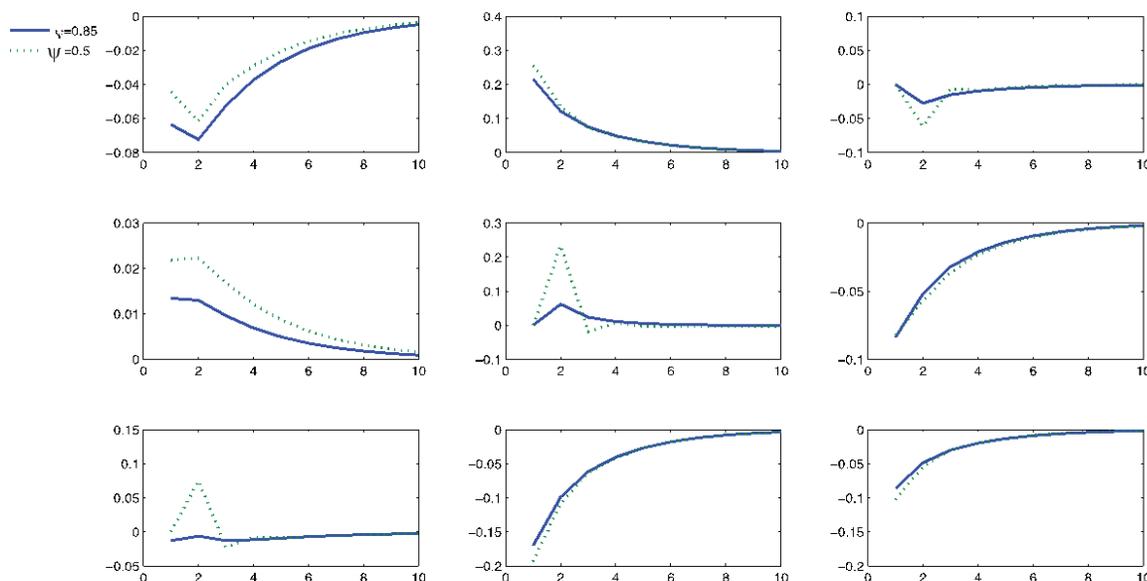


Gráfico 3: Impulso respuesta a una desviación estándar de las remesas



VI. Resultados

El efecto de un aumento del tamaño de las remesas en la volatilidad del producto se muestra en el gráfico 4. El parámetro μ es la constante en el proceso estocástico de las remesas, y es precisamente uno de los parámetros que establece el estado estacionario. El gráfico 4 muestra la volatilidad del producto cuando este parámetro cambia en el rango de 0.40 a 0.52. Este rango es equivalente al de un aumento en el *ratio* remesas-producto de 3% a 10% en el estado estacionario. En el gráfico 5 se muestra la correlación del *ratio* de utilidades marginales con el tipo de cambio real. Se divide el espacio del parámetro ψ en dos y nos referimos a estos dos grupos como el superior y al otro como el inferior. El borde inferior está acotado a 0.45 debido a la convergencia computacional y al cumplimiento de las condiciones de Blanchard y Khan. En el plano superior - $\psi \in (0.80, 1.00)$ - se observa que la desviación del producto aumenta alrededor de 3 veces cuando el estado estacionario del *ratio* remesas-producto aumenta en 7 puntos porcentuales. La medida de la falta de completitud de los mercados prácticamente no juega rol alguno en

los cambios en la volatilidad del producto. Analizando el plano inferior - $\psi \in (0.45, 0.60)$ -, se encuentra que la desviación del producto puede aumentar hasta 6 veces, siendo los incrementos más severos cuando los costos de transacción son altos, es decir, cuando ψ alcanza valores muy bajos. Precisamente, el gráfico 5 muestra que valores bajos de ψ están relacionados a valores de la correlación entre el *ratio* de utilidades marginales y el tipo de cambio real lejos del valor unitario. Por tanto, es en este rango de valores de ψ donde la severidad en la falta de completitud de mercados incrementa aun más la volatilidad del producto.

Gráfico 4: Volatilidad del producto

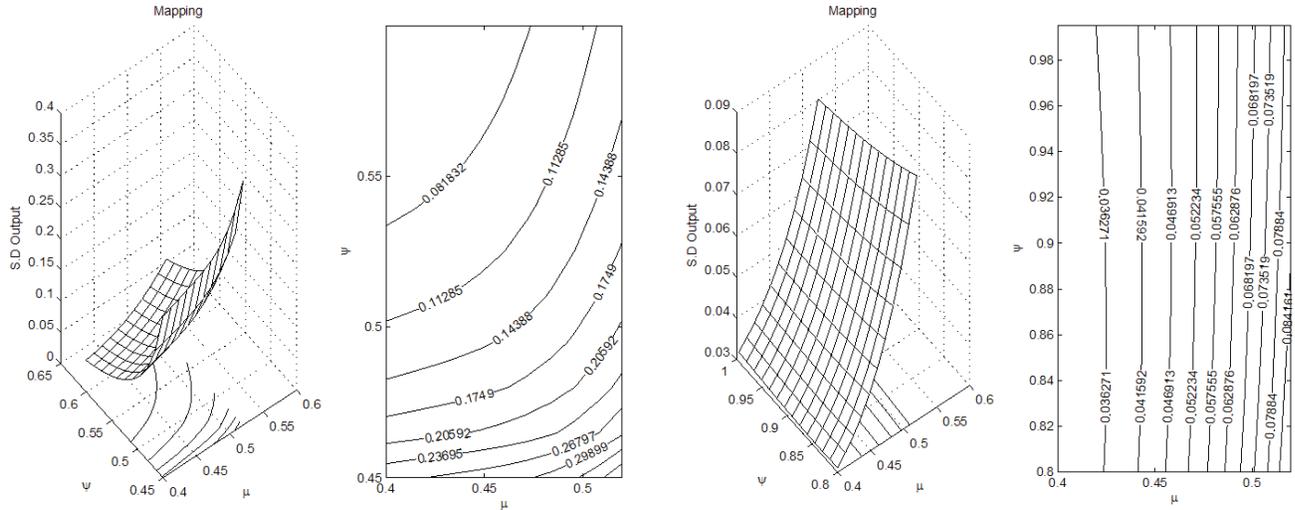
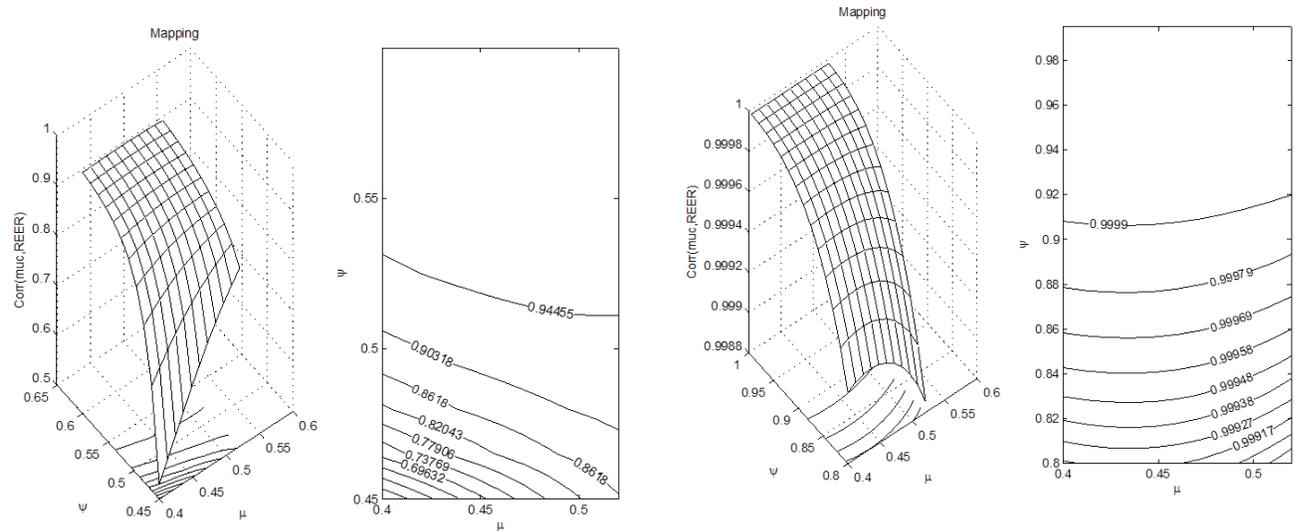


Gráfico 5: Correlación del *ratio* de utilidades marginales y el TCR



VII. Conclusiones

En esta sección se revisan las conclusiones de la investigación y además se discute la agenda futura. Los resultados descritos en la sección anterior muestran interesantes hallazgos que se pueden resumir en los siguientes puntos: 1) la volatilidad del producto se ve afectada por el tamaño de las remesas; específicamente un aumento de alrededor de 7 puntos porcentuales en el *ratio* remesas-producto triplica la volatilidad de la renta; efectos mayores son esperados

cuando la economía presenta una severidad significativa en la falta de completitud de los mercados. Es decir, los costos de transacción son significativos en términos de sus efectos en la volatilidad del producto, y 2) La severidad en la falta de completitud de los mercados está asociada a valores más o menos débiles de correlación entre el *ratio* de utilidades marginales y el tipo de cambio real. Los datos empíricos de cambios en la volatilidad son más conservadores. Países

como Guatemala y El Salvador aumentaron el tamaño de sus remesas en alrededor de 7 puntos porcentuales en el período 1990-2010 y la volatilidad del producto aumentó solo 75% y 22%, respectivamente¹⁰. Aunque las predicciones del modelo son distantes a lo observado, se tiene que tomar en cuenta que hemos mantenido constante la elasticidad de las remesas al ciclo económico, y que en todo caso, el valor de calibración para esta elasticidad puede representar un valor conservador. Además, nuestro modelo no toma en cuenta políticas fiscales que pudieron tener un rol en las fluctuaciones de la renta. Un análisis econométrico puede disipar estas dudas y ejercicios de identificación pueden mejorar la calibración propuesta en este trabajo.

El mecanismo por el cual la volatilidad del producto es afectada por los cambios en el nivel de estado estacionario del *ratio* remesas sobre renta es la modificación del mapa de preferencias en el consumo. Las preferencias de Stone y Geary producen cambios significativos en la tasa marginal de sustitución cuando existe un cambio en las remesas, en otras palabras la función de utilidad utilizada en nuestro modelo exhibe características no homotéticas. Parte del incremento en la volatilidad del producto es explicada por los cambios de las remesas cuando son afectadas endógenamente por el nivel de consumo de los hogares en períodos posteriores. Así también, la respuesta de las firmas a las condiciones existentes sugiere nuevos precios en los productos de diferentes sectores, estos cambios se traducen en cambios adicionales en la tasa marginal de sustitución de estos bienes. El lema 3 en el apéndice muestra que las preferencias de Stone y Geary son las que producen los cambios en la volatilidad de los bienes de consumo. Este es un resultado importante y pieza clave de nuestra investigación.

La severidad en la falta de completitud de los mercados es medida a través de una función de costos en las transacciones de los bienes; mayores costos implican una desasociación entre el tipo de cambio real y las utilidades marginales de consumo entre países. Esta función de costos nos da una idea de una medida continua de esta severidad. Los resultados de esta investigación muestran que la correlación entre estas variables disminuye pero no lo suficiente de acuerdo a la evidencia empírica, la que en algunos casos muestra que la correlación en cuestión puede ser negativa. Esto último es una debilidad de nuestra investigación; sin embargo, estos hallazgos son comúnmente encontrados en

la literatura y constituyen, por cierto, agenda de nuestra próxima investigación.

VIII. Referencias

Acosta, P. E. Lartey y F. Mandelman (2009). Remittances and Dutch Disease. Federal Reserve Bank of Atlanta. Working Paper Series. Federal Reserve Bank of Atlanta.

Aiyagari, S. R. (1994). Uninsured Idiosyncratic Risk and Aggregate Saving. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109(3) pp. 659-684.

Angeletos, G.-M., Panousi, V., 2011. Financial integration, entrepreneurial

Atanasio and Rios-Rull (2003). Consumption Smoothing and Extended Families. Chapter 6 in *Advances in Economics and Econometrics*. Econometric Society Monographs.

Banco Mundial (2011). Migration and Remittances Factbook 2011. The International Bank for Reconstruction and Development and World Bank

Barajas, A., R. Chami, D. Hakura, y P. Montiel (2010). Worker's remittances and the Equilibrium Real Exchange Rate: Theory and Evidence. IMF working Paper 2010.

Bengui, Mendoza and Quadrini (2012). Capital Mobility and International Sharing of Cyclical Risk. National Bureau of Economic Research

Benigno, G. y C. Thoenissen (2008). Consumption and Real Exchange Rates with incomplete markets and Non-traded Goods. *Journal of International Money and Finance*. 27 (2008) 926-948.

Bewley, T. (1977). The Permanent Income Hypothesis: A Theoretical Formulation. *Journal of Economic Theory*. Vol 16(2) pp.252-292

Bewley, T. (1980). The Optimal Quantity of Money. In J. H. Kareken and N. Wallace (eds.) *Models of Monetary Economics*. Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis, pp. 169-210.

Bewley, T. (1983). A difficulty with the Optimum Quantity of Money. *Econometrica*, Vol 51 pp. 1485-1504.

Bewley, T. (1986). Stationary Monetary Equilibrium with a Continuum of Independently Fluctuating Consumers. In Werner Hildenbrand and Andrew Mas-Colell (eds.) *Contributions to Mathematical Economics in Honor of*

¹⁰ Estadísticas tomadas del “World development indicators” del Banco Mundial

- General Debreu. Amsterdam: North Holland pp. 79-102.
- Caballero, R. J., Farhi, E., Gourinchas, P.-O., 2008. An equilibrium model of global imbalances and low interest rates. *American Economic Review* 98 (1), 358-393.
- Chang, R. y L. Catao (2013). *World Food Prices, The Terms of Trade-Real Exchange Rate Nexus, and Monetary Policy*. Mimeo.
- Collard and Juillard (2001). Perturbation methods for rational expectations. Manuscript CEPREMAP.
- Dejong, D. and Dave, C. (2007). *Structural Macroeconomics*. Princeton University Press, Pittsburg University.
- Ferrero, A., M. Gertler y L. Svensson (2007). "Current Account Dynamics and Monetary Policy" in *International Dimensions of Monetary Policy*, Jordi Gali and Mark J. Gertler, editors. University of Chicago Press. <http://www.nber.org/chapters/c0521>.
- Fogli and Perri; 2006 Fogli, A., Perri, F., 2006. The great moderation and the U. S. external imbalance. *Monetary and Economic Studies* 26, 209{225.
- Gali, J. y T. Monacelli (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies* (2005) 72, 707-734.
- Geary, R. C. (1949-50): "A note on A constant utility index of the cost of living?,"
- Hugget, M. (1993). The risk-free Rate in Heterogeneous agents, Incomplete-Insurance Economies. *Journal of Economics Dynamics and Control*. Vol. 17(5-6) pp 953-969.
- Mendoza, E. G., 2010. Sudden stops, financial crises, and leverage. *American Economic Review*.
- Neary, J. P (1997). R. C. Geary's Contributions to Economic Theory. Published in D. Conniffe (ed.): R. C. Geary, 1896-1983: *Irish Statistician*, Dublin: Oak Tree Press, 1997
- Obstfeld, Maurice, and Kenneth Rogoff (2005). "The Unsustainable US Current Account Position Revisited", in Richard Clarida (ed.), *G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Ravn, M., S. Schmidt-Grohe y M. Uribe (2004). The Macroeconomics of Subsistence Points. <http://www.nber.org/papers/w11012>.
- Risk and global dynamics. *Journal of Economic Theory* 146 (3), 863{896.
- Rojas y Castillo (2014). Tipo de Cambio Real Sectorial, Distorsiones en las Preferencias y Flujo de Remesas: Análisis para Guatemala desde una Perspectiva Neokeynesiana. Año 2014. Banco de Guatemala, Documentos de Trabajo 2014.
- Rojas, F., B. Satogolu y H. Kim (2011). Structural Macroeconomics; a Computer Project. http://econweb.rutgers.edu/frojas/courses_rutgers/Computer_Project_final.pdf
- Schulhofer wohl, S. (2011). Heterogeneity and Tests of Risk Sharing. Federal Reserve Bank of Minneapolis. Research Department Staff Report 462.
- Schmitt-Grohe, S. and Uribe, M. (2004). Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function. *Journal of Economics Dynamics and Control*.
- Sims, C. (2000). Solving linear rational expectations models. Simsís web page.
- Stone, J. R. N. (1954): "Linear expenditure systems and demand analysis: An application to the pattern of British demand," *Economic Journal*, 64, 511-527.

Apéndice I. Proposiciones y definiciones

En esta sección nos preocupamos por reunir proposiciones y definiciones que serán de utilidad para entender los principales resultados de nuestra investigación.

Definición 1: Las preferencias son dichas a ser homotéticas si el individuo es indiferente entre $t\mathbf{x}$ y $t\mathbf{y}$, toda vez que le son indiferentes los grupos de bienes \mathbf{x} e \mathbf{y} , siendo $t \in \mathbb{R}^{++}$ y $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}^n$.

Proposición 1. La tasa marginal de sustitución entre bienes es constante cuando las preferencias son homotéticas.

Prueba. Para la prueba se necesita del siguiente lema 1. ■

Lema 1. Las preferencias homotéticas pueden ser representadas por una función de utilidad que es un compuesto de dos formas funcionales F y f , donde bienes F es una función que existe y es estrictamente creciente en al menos un argumento (*monotonidad débil*). Así bien $U(\mathbf{x}) = F \circ f(\mathbf{x})$ y en donde se cumple $F \circ f(t\mathbf{x}) \equiv tF \circ f(\mathbf{x})$.

De esta manera la tasa marginal de sustitución entre dos bienes es equivalente a la siguiente expresión

$$-\frac{U(tx)}{U(ty)} \equiv -\frac{U(x)}{U(y)}$$

Lema 2. Las preferencias de Geary y Stone son homotéticas en el límite.

Prueba. Siendo la tasa marginal de sustitución $-\frac{U(tx)}{U(ty)} \rightarrow -\frac{U(x)}{U(y)}$ cuando $t \rightarrow \infty$ ■

Lema 3. Las preferencias de Geary y Stone producen efectos en la volatilidad de los bienes.

Prueba. Se toma una diferenciación a la tasa marginal de $\frac{p_2}{p_1} \equiv \frac{tx_1 - c_1}{tx_2 - c_2}$

$$\Theta \equiv t\Delta x_1 \frac{1}{tx_2 - c_2} - t\Delta x_2 \frac{tx_1 - c_1}{[tx_2 - c_2]^2}$$

Consideramos elevar la expresión anterior al cuadrado y tomar esperados

$$E[\Theta]^2 \equiv E \left[t\Delta x_1 \frac{1}{tx_2 - c_2} - t\Delta x_2 \frac{tx_1 - c_1}{[tx_2 - c_2]^2} \right]^2$$

Si reacomodamos la expresión anterior considerando movimientos a lo largo de la función de utilidad, entonces tenemos la siguiente expresión:

$$\frac{E[\Theta]^2}{t^2} \equiv 4\sigma_{x_2}^2 \left[\frac{tx_1 - c_1}{[tx_2 - c_2]^2} \right]^2$$

Así,

$$\frac{\partial \frac{E[\Theta]^2}{t^2}}{\partial c_1} < 0; \frac{\partial \frac{E[\Theta]^2}{t^2}}{\partial c_2} > 0 \blacksquare$$

Apéndice II. Volatilidades sectoriales

Gráfico 6: Volatilidad del producto no transable

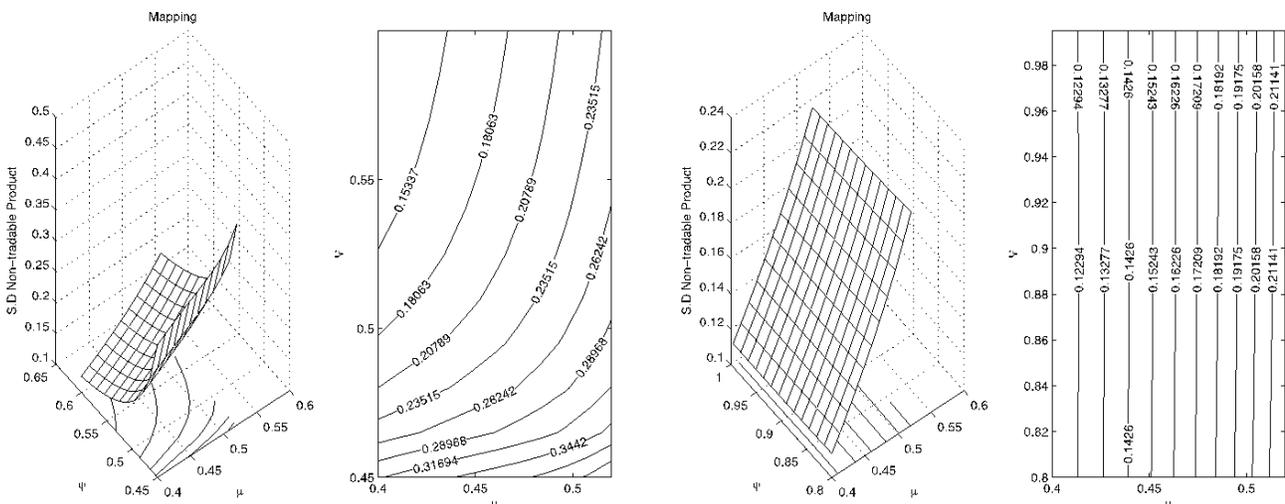
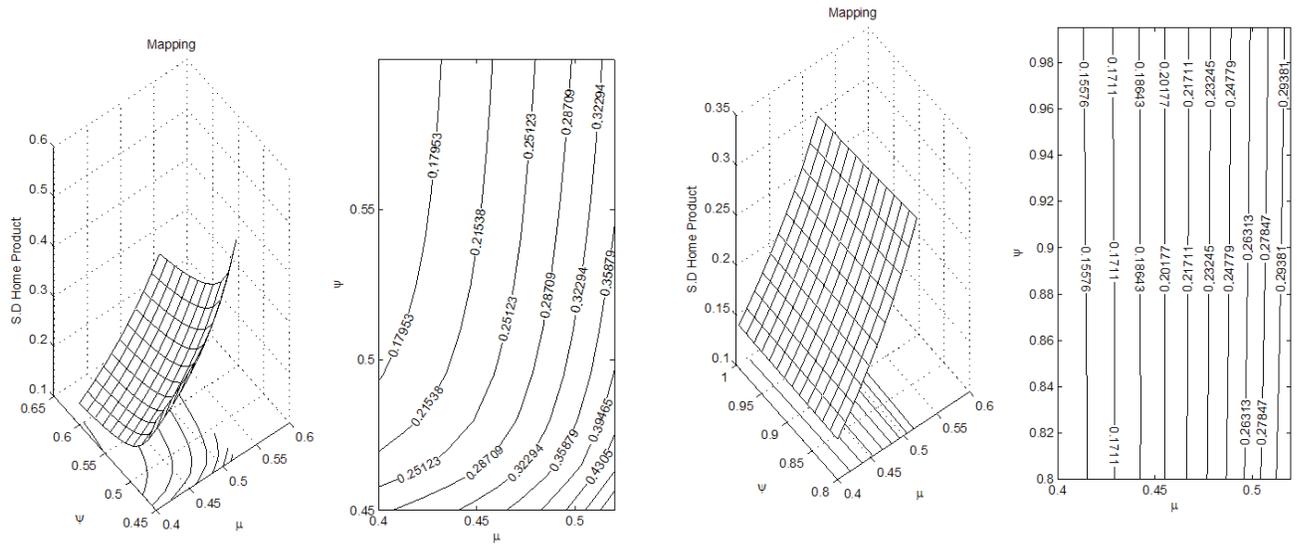


Gráfico 7: Volatilidad del producto doméstico



Términos de intercambio y fluctuaciones en la economía guatemalteca

Héctor Augusto Valle Samayoa,
Eva María de León Fajardo¹

Resumen

Este trabajo investiga el impacto de corto y de largo plazo de las variaciones de los términos de intercambio sobre el producto, el consumo y la inversión en Guatemala en el período 2001-2012. En general, las economías pequeñas y abiertas son vulnerables a los movimientos transitorios y permanentes en los términos de intercambio por lo que un trabajo de esta naturaleza contribuye en hacer una estimación del impacto de estos *shocks* sobre la economía. El estudio empírico se fundamenta en un modelo de tendencias comunes (Warne, 1993) desarrollado sobre la base de un modelo de vectores autorregresivos con restricciones. A partir de este modelo se identifican los efectos de *shocks* tanto permanentes como transitorios. En este contexto, los *shocks* externos constituyen *shocks* de términos de intercambio y los domésticos *shocks* de productividad. El período de estudio permite analizar el episodio de fuertes variaciones de precios de petróleo, materias primas y alimentos experimentados entre 2008 y 2010. En general, se encuentra que para Guatemala son más importantes los *shocks* permanentes domésticos que los externos.

Abstract

This paper researches the short and long run impact of changes in terms of trade on output, consumption and investment in Guatemala from 2001 to 2012. In general, small open economies are vulnerable to transitory and

permanent movements in terms of trade and therefore this work contributes in estimating the impact of such *shocks* on the economy. The empirical study is based on a common trends model (Warne, 1993) which is constructed over a restricted vector autoregressive model. This model serves to identify the effects of permanent and transitory *shocks*. In this framework, terms of trade *shocks* constitute external *shocks* and productivity *shocks* domestic *shocks*. The period of study allows analyzing the episode of high volatility of commodity prices between 2008 and 2010. In general, the paper concludes that for Guatemala the domestic permanent *shocks* are more important.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar de forma empírica cómo afectan las variaciones en los términos de intercambio a la economía guatemalteca, y determinar la contribución de estos *shocks* externos a las fluctuaciones del producto, el consumo y la inversión, tanto en el largo como en el corto plazo. Dado que las economías pequeñas y abiertas en desarrollo son vulnerables a *shocks* externos, es importante analizar su relación con los cambios repentinos en los términos de intercambio, ya sean transitorios o permanentes.

Con este propósito se emplea un modelo de tendencias comunes, el cual se basa en un modelo de vectores autorregresivos con restricciones (RVAR), en este caso sujeto a restricciones de cointegración. El procedimiento de Warne (1993) permite, a través de los vectores de cointegración, separar los efectos permanentes y transitorios atribuibles a *shocks* externos y domésticos. En este sentido, los *shocks* externos constituyen *shocks* de

¹ Investigadores del Banco de Guatemala, Departamento de Investigaciones Económicas. Correos electrónicos: <EMLF@banguat.gob.gt, HAVS@banguat.gob.gt >. Los puntos de vista expresados en esta investigación representan los de los autores y no los del Banco de Guatemala.

términos de intercambio y los domésticos de productividad. Adicionalmente, a través de la descomposición de varianza se puede calcular la contribución relativa de estos *shocks* a las fluctuaciones de las demás variables del sistema. Se utilizaron datos trimestrales de la economía guatemalteca para los periodos del 2001 a 2012 y 2005 al 2012, siendo el 2005 el año en el cual se adoptó el régimen de metas explícitas de inflación.

El trabajo se divide de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los antecedentes, que incluyen la teoría de la relación entre los términos de intercambio y el producto, el consumo y la inversión; luego, se explica la metodología a seguir, así como el sustento teórico de las restricciones en las que se basa el modelo utilizado, y algunos estudios empíricos que utilizan esta misma metodología y sus variaciones. En la sección 3 se presenta el desarrollo empírico del caso Guatemala, detallando los datos utilizados y sus respectivas transformaciones, el análisis de cointegración de las series, así como el modelo de tendencias comunes estimado, y la descomposición de varianza del error de pronóstico a diferentes horizontes trimestrales. Por último se presentan las conclusiones.

2. Antecedentes

2.1 Términos de intercambio y el producto, el consumo y la inversión

La razón de términos de intercambio es un índice del precio de las exportaciones de un país en relación con el precio de sus importaciones (P_X/P_M). Esta se utiliza generalmente para estudiar cómo los cambios en los precios relativos afectan a una economía. Puesto que los países exportan más de un bien, P_X debe interpretarse como un índice de precios de todos los productos exportables. Lo mismo aplica para P_M .

Los términos de intercambio reflejan el número de unidades de bienes extranjeros que pueden ser importados por cada unidad de bienes domésticos exportados. Si esta razón aumenta o mejora, el país de origen se encuentra en una mejor situación porque obtiene más bienes extranjeros a cambio por cada unidad de bienes domésticos. El ingreso real del país aumenta gracias a que ha aumentado la disponibilidad de bienes importados. Ahora, si la razón cae o empeora, el país de origen se encuentra peor debido a que obtiene menos bienes importados a cambio por cada unidad de bienes domésticos. Es por esto que las variaciones de los términos de intercambio causan efectos importantes en el ingreso de un país.

2.1.1 Efecto de aumentos transitorios y permanentes en los términos de intercambio sobre el consumo y el ahorro

Un aumento transitorio de los términos de intercambio implica un aumento temporal del ingreso con relación al ingreso permanente. En consecuencia, el ahorro agregado del país tenderá a aumentar debido al comportamiento que lleva a las personas a suavizar su consumo. A partir del equilibrio, la cuenta corriente tenderá a moverse a un superávit. Luego de un aumento permanente de los términos de intercambio, sin embargo, las familias ajustan su consumo real hacia arriba en una medida similar a la mejoría de sus términos de intercambio. En este caso, las tasas de ahorro no aumentan necesariamente, y la cuenta corriente tampoco se mueve necesariamente hacia un superávit. La anterior relación se ilustra en la ecuación:

$$(2.1) \quad \text{Balance de cuenta corriente real} = (P_X/P_M) * \text{PIB} - \text{gasto doméstico real}$$

En donde el gasto doméstico real está conformado por consumo, inversión y gasto de gobierno. Reordenando se expresa así:

$$(2.2) \quad \text{Balance de cuenta corriente real} = (P_X/P_M) * \text{PIB} - \text{ahorro nacional real} - \text{Inversión doméstico neta}$$

Donde el ahorro nacional es igual al consumo y gasto de gobierno y la inversión doméstica neta es la inversión ajustada por el capital depreciado del período anterior.

Larraín y Sachs (2002) definen la respuesta óptima frente a una fluctuación de los términos de intercambio como aquella que maximiza el bienestar intertemporal de las familias. Si la variación de los términos de intercambio es temporal, debería ser absorbida por una fluctuación en la cuenta corriente, esto es, mejores términos de intercambio derivan en un superávit, mientras que un deterioro de los términos de intercambio llevará a acumular un déficit en la cuenta corriente. Si la variación de los términos de intercambios es permanente, las familias deberían ajustar sus niveles de consumo en respuesta a los *shocks*, de manera que el ahorro se mantenga estable. Los cambios permanentes de los términos de intercambio deberían, por lo tanto, tener poco efecto sobre la cuenta corriente (salvo si el *shock* a los términos de intercambio afecta la inversión).

Este principio básico suele encapsularse en la recomendación de financiar los *shocks* temporales y ajustarse a los *shocks*

permanentes, donde financiar significa tomar u otorgar crédito –para acumular superávit o déficit de cuenta corriente– en respuesta a los desórdenes transitorios; y ajuste significa aumentar o reducir el consumo en respuesta a los *shocks* permanentes a los términos de intercambio.

2.1.2 Los términos de intercambio y la inversión

Para analizar este efecto Barro (2008) toma en cuenta la tasa de retorno del capital en el país de origen. Un incremento en el *stock* de capital del país de origen por una unidad eleva el producto en una cantidad equivalente a la productividad marginal del capital. El precio del capital es P_M , el nivel de precios de los bienes extranjeros, ya que se asume que la inversión del país de origen viene de los bienes importados. Entonces, la compra de una unidad de capital al precio P_M produce un retorno bruto equivalente a la productividad marginal del capital por el nivel de precios de los bienes domésticos. La tasa real de retorno neta se obtiene tomando en cuenta la depreciación del capital. Esto se entiende con la siguiente ecuación:

$$(2.3) \text{ Tasa real neta de retorno del capital} = \frac{(P_X/P_M) * MPK}{MPK - \delta}$$

Donde:

(P_X/P_M) = términos de intercambio

MPK = Productividad marginal del capital

δ = depreciación

Ahora, la productividad marginal del capital está multiplicada por los términos de intercambio. A una MPK dada, la ecuación 2.3 muestra que un incremento en los términos de intercambio aumenta la tasa real de retorno neta en el país de origen, y esto motivaría a los agentes a invertir más.

El efecto de mayores términos de intercambio en la inversión neta doméstica, es análoga a los efectos de un aumento en el nivel de tecnología. Cuando esta aumenta, el incremento en la MPK aumenta la tasa real neta de retorno del capital, lo que produce una respuesta de la inversión neta doméstica más larga, típicamente mayor que el incremento en el ahorro nacional real. La misma conclusión aplica en el caso en el que los términos de intercambio aumentan. Por lo tanto, la inversión doméstica neta aumentará por más que los ahorros nacionales reales el balance de cuenta corriente real se mueve en conjunto hacia un déficit de cuenta corriente.

La conclusión es diferente si se espera un incremento en los términos de intercambio de corto plazo. En este caso, el efecto ingreso es débil, la respuesta del consumo, es pequeño y el ahorro nacional se eleva fuertemente. Por otra parte, con costos de ajustes para la inversión, la inversión neta responde poco a incrementos temporales en la tasa real neta de retorno del capital. Esto es debido a que los negocios encontrarán improductivo pagar grandes costos de ajuste para expandir su *stock* de capital cuando esperan que su retorno, debido a los grandes términos de intercambio, sea favorable únicamente de forma temporal. Por lo tanto, la inversión doméstica neta aumentará por menos que los ahorros nacionales reales (quienes crecieron fuertemente), y el balance de cuenta corriente real se mueve en conjunto hacia un superávit de cuenta corriente.

Resumiendo, se predijo que un incremento en los términos de intercambio, que se espera sea permanente, mueve el balance de cuenta corriente hacia un déficit de cuenta corriente. La razón de esto es que la expansión de la inversión doméstica neta tiende a ser más grande que el crecimiento del ahorro nacional real. En contraste, se predice que un incremento en los términos de intercambio que se espera sea temporal, mueve el balance de cuenta corriente hacia un superávit de cuenta corriente. En este caso, el incremento de la inversión doméstica neta tiende a ser menor que un aumento del ahorro nacional real.

2.1.3 Estudios sobre el efecto de las fluctuaciones de los términos de intercambio sobre la economía

Para analizar los efectos de los cambios de los términos de intercambio sobre el gasto y la cuenta corriente Obstfeld (1982) plantea un modelo donde los hogares maximizan su utilidad sobre un período de planificación infinito, completando los estudios de Laursen y Metzler (1950). Ellos argumentan que movimientos adversos en los términos de intercambio, entre exportables e importables domésticos, causará un aumento en el valor del gasto por exportaciones, una baja en el ahorro y, así, déficit en la cuenta corriente.

Laursen y Metzler basan sus hipótesis en evidencia estadística que confirma la “ley psicológica fundamental” de Keynes planteando una relación estable entre ingreso real corriente y consumo. De acuerdo con esta regla, los individuos ajustan solo gradualmente a decrementos en el ingreso real, reduciendo tanto los ahorros como el gasto con el objeto de suavizar su consumo corriente. Obstfeld afirma que este planteamiento puede ser resuelto solamente en un contexto de maximización de utilidad intertemporal

y explícito. Con este fin, describe una economía en la cual los hogares consumen un bien exportable no producido y un bien extranjero importado, enfrentan términos de intercambio dados, y maximizan la integral de las utilidades instantáneas descontadas sobre un horizonte infinito, mediante la asignación óptima de ingresos cada momento entre el consumo corriente y la acumulación de demandas reales de los bienes extranjeros.

Con su modelo, Obstfeld encuentra que un deterioro inesperado y permanente de los términos de intercambio ocasiona un superávit en cuenta corriente más que un déficit, lo que implica que cuando la demanda neta en unidades futuras de bienes extranjeros son cero (así, es válido el supuesto de Laursen-Metzler de completa especialización en producción), el gasto agregado medido en unidades del bien doméstico debe caer.

Según Svensson y Razin (1983), Obstfeld solamente trata un caso especial, por lo que ellos realizan un examen riguroso de los efectos de cambios en los términos de intercambio sobre el gasto y la cuenta corriente a través de un modelo que asume comportamiento de optimización en un marco intertemporal con movilidad de capital internacional perfecta. Los autores concluyen que una disminución temporal de los términos de intercambio implica deterioro en el balance comercial, mientras que una caída permanente tiene un efecto ambiguo, dependiendo de la tasa de preferencias temporales.

Mendoza (1995) realiza una evaluación empírica de la relación entre los *shocks* de términos de intercambio y ciclos de negocios desde la perspectiva de un marco de equilibrio general intertemporal. Comienza documentando algunas regularidades empíricas clave:

- *Shocks* de términos de intercambio son largos, persistentes y débilmente procíclicos.
- Las correlaciones de los términos netos de exportación son bajas y positivas, e independientes de las autocorrelaciones de los términos de intercambio.
- Los ciclos son más largos en países en desarrollo que industrializados, pero todos los países tienen similares razones de variabilidad, autocorrelaciones y correlaciones con el PIB.
- Las fluctuaciones del tipo de cambio real son largas y procíclicas.

Mendoza muestra que los ciclos de negocios en economías

modelo, conducidos por los choques de términos de intercambio idénticos a los observados en los datos, junto con estimaciones aproximadas de *shocks* de productividad sectorial doméstica, son generalmente consistentes con estas observaciones. Para realizar este análisis, plantea un modelo de equilibrio intertemporal de tres sectores y una gran base de datos de varios países. Este modelo explica correlaciones débiles entre las exportaciones netas y los términos de intercambio (efecto Harberger, Laursen y Metzler), y produce grandes desviaciones, débilmente correlacionadas, de la paridad del poder adquisitivo y la paridad de la tasa de interés real. Los *shocks* de términos de intercambio causan apreciaciones reales y diferenciales de interés positivos, a pesar de que los *shocks* de productividad tienen efectos opuestos.

Easterly, Islam y Stiglitz (2001) exponen un marco para analizar la volatilidad del crecimiento que sea lo suficientemente general para incorporar las importantes variaciones estructurales, institucionales y de política entre países que podrían explicar las diferencias en su desempeño macroeconómico. Y se enfoca principalmente al sector financiero.

El punto de partida es un modelo de equilibrio competitivo. Para economías pequeñas y abiertas, choques negativos de términos de intercambio pueden tener los mismos efectos que un choque negativo de tecnología. Esta es una diferencia importante entre la macroeconomía de estas economías y aquellas que subyacen en los modelos de economías cerradas tradicionales.

Los autores muestran una comparación empírica entre los países miembros de la OECD y “no miembros”. Los datos muestran que, entre otras variables, los términos de intercambio son más volátiles en los países no miembros que en los que sí lo son. Además, indica que la volatilidad de los términos de intercambio, la apertura de mercado y la volatilidad de los flujos de capitales están asociadas con volatilidades mayores en tasas de crecimiento per cápita.

Para evaluar el impacto relativo de dichos factores realizaron una regresión, para 60-74 países, entre la volatilidad del crecimiento y un rango de variables independientes, entre las cuales los términos de intercambio resultaron ser no significativos.

Algunos de los precios de *commodities* primarios han sido más volátiles que otros, y los países con precios más volátiles han crecido relativamente lento comparados con

los países industrializados líderes y con otros exportadores de productos primarios. Usando una base de datos de panel de 35 países, Blattman, Hwang y Williamson (2004) estiman el impacto de la volatilidad de los términos de intercambio y cambios seculares (de un siglo al otro) en el desempeño de los países. Además investigan un canal de transmisión de estos choques externos y encuentran que los flujos de capital externo disminuyen abruptamente cuando los precios de los *commodities* son volátiles.

Los autores profundizan en la teoría de los términos de intercambio y el desarrollo, estudiando los *shocks* de los términos de intercambio en el desempeño de la macroeconomía, tanto en el corto como en el largo plazo. Siguiendo a Mendoza (1997) emplean un modelo empírico bastante parsimonioso en el cual se relaciona el PIB per cápita promedio con la tendencia y la volatilidad de los términos de intercambio; de esta misma manera se realizó para los flujos de capital. Encuentran que la volatilidad fue mucho más importante para la acumulación de capital y el crecimiento que el cambio secular.

A pesar que las caídas de producto son consideradas como parte “normal” de las fluctuaciones alrededor de una senda de crecimiento estable, las consecuencias inmediatas son suficientemente significativas para merecer un análisis sistemático. Motivados en parte por la creciente evidencia de que la volatilidad, y especialmente, recesiones o crisis, pueden reducir el crecimiento económico en sí, lo que implicaría a su vez grandes pérdidas de bienestar, Becker y Mauro (2006) documentan la frecuencia, duración y todos los costos de las caídas del producto para un panel de países y estudian la asociación empírica de las caídas del producto con una variedad de *shocks*, entre ellos, perturbaciones del sector real, como choques de términos de intercambio o desastres naturales; perturbaciones financieras, como repentina interrupción de los flujos de capital y el aumento de las tasas de interés mundiales; y perturbaciones socioeconómicas, como guerras y episodios de inestabilidad política.

Ellos encuentran que los choques externos juegan un papel importante en la mayoría de los países, y una gran variedad de choques son relevantes tanto en países en desarrollo como emergentes. Para mercados emergentes, los mayores costos se relacionan con *shocks* financieros y macroeconómicos, como las interrupciones de los flujos financieros y los choques de términos de intercambio. Para los países en desarrollo, cambios negativos en los términos de intercambio es el más costoso tipo de choque.

2.2 Modelo de tendencias comunes

2.2.1 Metodología

Para determinar el origen de las fluctuaciones macroeconómicas se estima un modelo de vectores autorregresivos con restricciones (RVAR, por sus siglas en inglés) con tendencias estocásticas comunes, siguiendo la metodología descrita en Mellander, Vredin y Warne (1992), y utilizada por Misas, López y Vásquez (2003), y Castillo y Salas (2012).

2.2.1.1 El proceso generador de datos

Mellander *et al* basan su metodología en tres características importantes que capturan el fenómeno de ciclos reales, bajo el cual elaboran su análisis. En primer lugar, sugieren que los ciclos reales pueden verse como el resultado de una interacción entre un conjunto de impulsos estocásticos y ciertos mecanismos de propagación. Si bien estos mecanismos de propagación pueden, en principio, ser derivados de un modelo teórico completamente especificado, la idea del mecanismo general de impulso-propagación puede ser capturado adecuadamente por un modelo de serie de tiempo. Entonces, el proceso generador de datos puede ser descrito por un modelo de vectores de promedios móviles (VMA, por sus siglas en inglés) o por un modelo de vectores autorregresivos (VAR).

En segundo lugar, se tratan las tendencias seculares como procesos estocásticos. Esto es, que las series de tiempo tienen componentes seculares y cíclicos, ambos estocásticos. Entonces, el proceso generador de datos será:

$$(2.4) \quad x_t = x_0 + Y\tau_t + \Phi(L)v_t$$

Donde $\{x_t\}$ es un vector de series de tiempo de valores reales, de dimensión n , y x_0 es un vector constante que contiene los valores iniciales de x . Los componentes no estacionarios (permanentes) y estacionarios (transitorios) de x_t son capturados por $Y\tau_t$ y $\Phi(L)v_t$, respectivamente. L es el operador de rezagos, y $\{v_t\}$ es una secuencia de residuos que se comportan como ruido blanco, con media igual a 0 y varianza igual a la matriz identidad de orden n .

Si las tendencias son linealmente determinísticas, entonces $\tau_t = \mu t$, donde μ es un vector de constantes de dimensión k (donde k es el número de tendencias estocásticas). Por otro lado, la idea de tendencias estocásticas lineales puede ser operada modelando τ_t como un vector de caminatas aleatorias con deriva:

$$(2.5) \quad \tau_t = \mu + \tau_{t-1} + \varphi_t$$

Donde $\{\varphi_t\}$ es una secuencia de ruido blanco con media igual a 0 y varianza igual a la matriz identidad de orden k . Por lo tanto, ϕ es un vector de choques estructurales (independientes) con efectos permanentes en x , si $Y \neq 0$.

Para permitir cambios estocásticos y determinísticos en la tendencia Mellander *et al* reformulan el modelo de la siguiente manera:

$$(2.6) \quad x_t = x_0 + Y\tau_t + \Phi(L)[v_t + \Psi D_t]$$

Y

$$(2.7) \quad \tau_t = \mu + \mu^* D_t + \tau_{t-1} + \varphi_t$$

Donde D_t es una variable *dummy* que representa cambios determinísticos, ya sea temporales o permanentes en el componente de deriva ($\mu + \mu^* D_t$).

Por último, la tercera característica, es que el número de tendencias comunes debe ser bastante más baja comparada con el número de series macroeconómicas relevantes. Esto es, $k < n$. Esto implica que existen $(n - k)$ combinaciones lineales independientes de los elementos de x que son estacionarias, incluso si todos los elementos individuales de este vector son no estacionarios.

2.2.1.2 Representación del VAR restringido (RVAR)

Se supone que $\{x_t\}$, con dimensión n , representa una serie de tiempo integrada de orden uno, es decir, que $\{x_t\}$ es no estacionaria, mientras $\{x_t - x_{t-1}\}$ sí lo es. Además, se supone que $\{x_t\}$ es cointegrada de orden $(1,1)$, es decir, existe una matriz de cointegración α , con dimensión $n \times r$, tal que $z_t = \alpha' x_t$ sea estacionaria.

Por último, se supone que x_t tiene una representación VAR no restringida de orden finito:

$$(2.8) \quad A(L)x_t = \rho + \rho^* D_t + \varepsilon_t$$

Donde $A(L)$ es una matriz de polinomios de rezagos de orden finito, $\{\varepsilon_t\}$ es un vector de residuos no correlacionados serialmente y sigue un proceso de ruido blanco; y D_t una variable *dummy* que representa cambios determinísticos, ya sea temporales o permanentes.

De las ecuaciones 2.4 y 2.5, se obtiene la representación Wold de promedios móviles:

$$(2.9) \quad \Delta x_t = \delta + C(L)[\varepsilon_t + \rho^* D_t]$$

La matriz de cointegración α , puede estimarse bajo las hipótesis de Johansen (1988a, 1988b, 1989, 1991), o hacer supuestos con base en la teoría (ver sección *b*). Dada la matriz α , los parámetros del modelo RVAR pueden obtenerse a través mínimos cuadrados ordinarios.

2.2.1.3 La representación de tendencias comunes

A pesar de que la representación en la ecuación 2.9 es en forma de promedios móviles, por lo mismo adecuada para el análisis de impulso respuesta, no tiene una clara interpretación económica ya que las perturbaciones ε no son estructurales. Entonces, es necesario establecer restricciones adicionales sobre el modelo de series de tiempo multivariadas.

Para identificar los parámetros de las tendencias comunes, se sustituye de forma recursiva la ecuación 2.9 para obtener:

$$(2.10) \quad x_t = x_0 + C(1)\xi_t + C^*(L)[\varepsilon_t + \rho^* D_t]$$

Donde ξ_t sigue una caminata aleatoria con deriva (que cambia con el tiempo), de acuerdo con:

$$(2.11) \quad \xi_t = \rho + \rho^* D_t + \xi_{t-1} + \varepsilon_t$$

El comportamiento de largo plazo de x será dominado entonces por el componente no estacionario de la caminata aleatoria: $C(1)\xi_t$. Pero como $\{z_t\}$ en $z_t = \alpha' x_t$ es estacionaria, entonces se debe mantener que $\alpha' C(1) = 0$, esto es, $C(1)$ debe ser menor que el rango completo. Específicamente, bajo la definición de $C(L)$ en la ecuación 2.11 el rango de $C(1)$ debe ser $n - r$, donde r es el número de vectores de cointegración. Esto quiere decir que es posible reescribir la ecuación 2.11 en términos de un número de tendencias independientes, como el modelo de tendencias comunes presentado en las ecuaciones 2.6 y 2.7.

Con el fin de que $\{z_t\}$ sea estacionaria, los coeficientes de las tendencias comunes Y en la ecuación 2.6, debe satisfacer la siguiente restricción:

$$(2.12) \quad \alpha' Y = 0$$

Para identificar todos los parámetros de Y , es necesario tomar en cuenta $k(k - 1)/2$ restricciones adicionales, las cuales son análogas a los supuestos de identificación necesarios para interpretar cualquier modelo VAR, excepto que se deben imponer restricciones en el largo plazo más que contemporáneas y, además, deben ser consistentes con el patrón de cointegración.

Finalmente, como en Castillo y Salas (2012), la última

restricción teórica a imponer proviene del teorema de representación VEC de Granger que permite escribir la ecuación 2.9 de esta forma:

$$(2.13) \quad \Delta x_t = \rho + \gamma \alpha' x_{t-1} + \Lambda(L) \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde γ es una matriz $n \times r$ de coeficientes de ajuste. El supuesto de economía pequeña y abierta, que implica que las variables externas no responden a desequilibrios domésticos. Esto es, $\gamma_{11} = \gamma_{12} = 0$.

$$(2.14) \quad \gamma = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} \end{bmatrix}$$

2.2.2 Restricciones sobre los vectores de cointegración

El modelo VAR restringido a aplicar requiere la estimación de vectores de cointegración (matriz α). Así como en Mellander, Vredin y Warne (1992), este modelo VAR incluye las siguientes variables:

$$(2.15) \quad x_t = [\ln P_t \quad \ln Y_t \quad \ln C_t \quad \ln I_t]'$$

Donde P_t son los términos de intercambio, Y_t es el producto interno bruto per cápita, C_t es el consumo real per cápita, e I_t es la inversión doméstica bruta real per cápita.

Para determinar las relaciones de cointegración entre las variables del sistema se sigue el modelo de ciclos reales de Lundvik (1991) de una economía pequeña y abierta con generaciones traslapadas, donde existen dos bienes y acceso al mercado internacional de capitales; los términos de intercambio y la tasa de interés se suponen exógenas y explican gran parte de las fluctuaciones en la economía, junto con la productividad total de los factores.

Este modelo tiene la propiedad que de la solución del estado estacionario bajo certidumbre equivalente, se pueden derivar dos relaciones (log) lineales entre los términos de intercambio, el producto, la inversión y el consumo. Si estas variables están determinadas por tendencias estocásticas y si son permitidas fluctuaciones transitorias (estacionarias) del estado estacionario, estas dos relaciones pueden ser utilizadas para determinar la existencia de dos tendencias comunes, una extranjera y otra doméstica. La primera relación de cointegración es la relación inversión/producto, como en King, Plosser, Stock y Watson (1987, 1991). La segunda relación, involucra el producto, el consumo y los términos de intercambio.

Para interpretar las relaciones derivadas del modelo de Lundvik es necesario hacer los siguientes dos supuestos: en primer lugar, se supone que las variables a considerar pueden ser descompuestas en su tendencia estocástica no estacionaria y su componente estacionario. Y en segundo lugar, se supone que es posible ver la solución en el estado estacionario como parte de una situación en la cual todas las perturbaciones en el sistema son iguales a su valor cero esperado.

Para determinar las relaciones de Lundvik, en primer lugar, de una función de producción tipo Cobb-Douglas, se obtiene la solución en el estado estacionario para el capital doméstico k_h :

$$(2.16) \quad k_h = v(ap^\theta)^{1/1-\gamma-\theta}$$

Donde a , v son constantes, p son los términos de intercambio. Y , γ y θ las participaciones de los factores domésticos y extranjeros, respectivamente.

Por otro lado, la inversión total, i , está dada por:

$$(2.17) \quad i = i_h + \frac{if}{p} = (g + d)k_h + (g + d)\frac{k_f}{p}$$

Donde g es la tasa promedio del crecimiento del PIB y d es la tasa de depreciación.

Realizando manipulaciones matemáticas con las ecuaciones anteriores se llega a la siguiente expresión:

$$(2.18) \quad \ln y - \ln i = v^*$$

Donde v^* es una constante. De esta expresión se deduce que si las variables macro correspondientes, y e i , siguen un proceso con tendencias estocásticas, la relación inversión/producto será estacionaria.

Ahora, si vemos la relación lineal entre el producto, el consumo, la inversión y los términos de intercambio, la restricción presupuestaria puede escribirse así:

$$(2.19) \quad p_c c = y - [1 + \kappa(g + d)]i + (q - g)b$$

Donde c es el consumo agregado y p_c es el precio de los bienes agregados en términos de los bienes domésticos y es función de los términos de intercambio. κ es un parámetro de costos de instalación asociado a las nuevas inversiones, q es la tasa de interés real, y b son los bonos en poder del público, en términos de los bienes domésticos. En el estado estacionario el *stock* de bonos crece a la misma tasa que el PIB, g .

Para simplificar los cálculos Mellander *et al* hacen dos

supuestos. En primer lugar, emplean una función Cobb Douglas para expresar p_c , a diferencia de Lundvik que utiliza una función tipo CES para calcular el consumo agregado.

$$(2.20) \quad p_c = \beta^{-\beta} (1 - \beta)^{\beta-1} p^{\beta-1}$$

Donde β es la porción de c_h en el consumo total.

En segundo lugar, se asume que $q = g$, esto es, la tasa de interés real en el estado estacionario es igual a la tasa de crecimiento promedio del PIB. Esto será consistente con el requerimiento que el PIB y los bonos crecen a una misma tasa si los préstamos en el mercado de crédito internacional corresponden exactamente a los pagos de hipotecas e intereses, así b crece a la tasa q .

Utilizando las ecuaciones y los supuestos anteriores, se obtiene:

$$(2.21) \quad \ln y - \ln c + (1 - \beta) \ln p = w$$

Donde w es una constante. Por lo tanto, bajo estas condiciones, la combinación lineal descrita en la ecuación 2.21 es estacionaria.

Dado que las variables están ordenadas de acuerdo a la expresión 2.15, y son todas no estacionarias, la matriz teórica α puede ser escrita como:

$$(2.22) \quad \alpha' = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 - \beta & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

En relación a las pruebas de las restricciones de cointegración, debe notarse que, como la relación en 2.21 fue derivada por la condición en la ecuación 2.18, solamente son relevantes dos pruebas desde un punto de vista teórico. En primer lugar, probar la hipótesis nula de que la diferencia de los logaritmos de Y e I es estacionaria, y en segundo lugar, si esta hipótesis no puede ser rechazada, probar la hipótesis de que la razón inversión/producto y la relación en 2.21 son estacionarias.

2.2.3 Estudios empíricos sobre términos de intercambio aplicando modelos de tendencias comunes

King, Plosser, Stock y Watson (1991) estudian los ciclos reales como resultado de los choques permanentes a la productividad, identificando estos últimos como *shocks* a la tendencia estocástica común entre el producto, el consumo

y la inversión. Para esto, realizan pruebas econométricas para determinar si estas implicaciones son consistentes con los datos de Los Estados Unidos. Finalmente encuentran cierta evidencia que explica la variabilidad del producto, el consumo y la inversión. Luego, Warne (1993) perfecciona la estimación y el análisis de los modelos de tendencias estocásticas comunes, identificando las innovaciones permanentes y transitorias en términos de las funciones impulso respuesta y la descomposición de varianza.

Mellander, Vredin y Warne (1992) realizan este análisis basándose en un modelo de crecimiento de una economía pequeña y abierta, en el cual se incluyen los términos de intercambio. Aplicando el método de tendencias comunes estocásticas a los datos de Suecia (1875-1986) encuentran que los choques de oferta, reales y permanentes, tienen alta importancia sobre las fluctuaciones del producto, incluso en el corto plazo.

Misas, López y Vásquez (2003) aplican un VAR restringido de cointegración para realizar el análisis de las fuentes de las fluctuaciones macroeconómicas para el caso de Colombia, imponiendo restricciones de carácter económico fundamentadas en el modelo de crecimiento neoclásico para una economía abierta.

Castillo y Salas (2012) hacen un análisis empírico de la relación entre los choques de términos de intercambio permanentes y las fluctuaciones económicas en economías pequeñas y abiertas en desarrollo. Utilizan el método de tendencias comunes para aislar el papel de los choques permanentes y transitorios, identificando *shocks* extranjeros (de términos de intercambio) y domésticos. Realizan un análisis de la descomposición de varianza y calculan las contribuciones relativas de cada uno de los *shocks* para explicar las fluctuaciones a corto, mediano y largo plazo. Por último, calculan la descomposición histórica del componente permanente estimado del producto. Para su estudio empírico utilizan datos de las economías peruana y chilena.

3. Aplicación empírica: el caso Guatemala

3.1 Resultados

En esta sección se presentan los resultados para Guatemala de la estimación de los efectos de *shocks* transitorios y permanentes de términos de intercambio (*shocks* externos) y *shocks* domésticos (de productividad). En la primera parte se hace una breve descripción de los datos, en la segunda se

presenta el análisis de cointegración y finalmente se expone el análisis de descomposición de varianza de los *shocks* transitorios y permanentes.

3.1.1 Datos

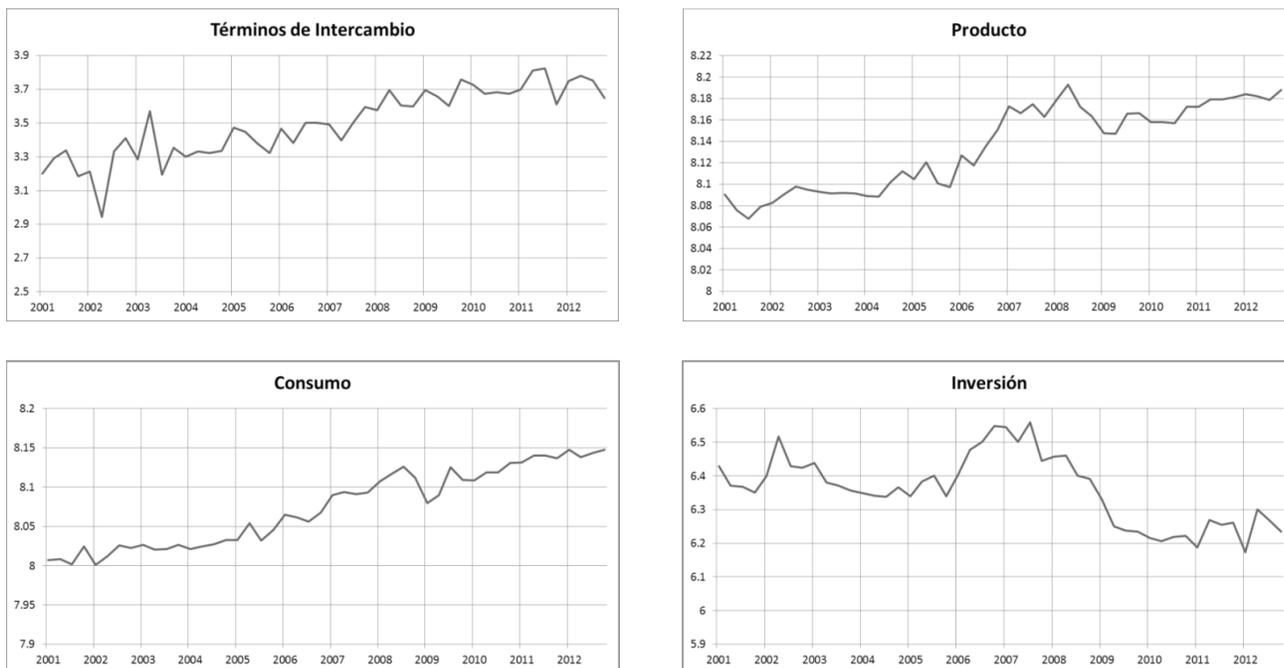
Se utilizan datos con frecuencia trimestral de 2001 a 2012. La muestra está definida por la disponibilidad de datos, en particular cuentas nacionales trimestrales para Guatemala de donde se obtiene el producto, el consumo y la inversión. Los términos de intercambio son los calculados por la Sección de Estadísticas de Balanza de Pagos del Banco de Guatemala y el procedimiento se describe en el Anexo. El producto, el consumo y la inversión son per cápita, en términos reales y fueron transformados en logaritmos. Para transformar las series en términos per cápita, las variables fueron divididas por las series trimestrales de población, generadas por interpolación de las series anuales de población. El método de interpolación es el algoritmo de última equivalencia cúbica (*cubic match last algorithm*) disponible en E-Views. Mediante la aplicación de pruebas estadísticas de presencia de estacionalidad en las series, se determinó que todas ellas contienen patrones estacionales estadísticamente significativos. Con el objeto de evitar efectos estacionales en la identificación de componentes permanentes

y transitorios, las series fueron desestacionalizadas por medio del procedimiento X12-ARIMA.

Una condición importante para el análisis de cointegración es que todas las series involucradas deben ser integradas del mismo orden pero, a la vez, estas no deben ser integradas de orden cero, $I(0)$. Para verificar esta condición, se realizaron pruebas de raíz unitaria para cada una de ellas. En particular las pruebas de Dickey-Fuller aumentada, Phillips-Perron y funciones de autocorrelación. El uso de diferentes pruebas obedece a que ninguna de ellas es totalmente robusta, por lo que se emplean de manera complementaria. Los resultados indican que todas las variables son integradas de orden uno, $I(1)$.

En econometría el análisis gráfico nunca es concluyente pero provee valiosa información intuitiva. Con este propósito, las series de Términos de Intercambio, Producto, Consumo e Inversión, transformadas de la manera como se indica arriba, se presentan en la gráfica 3.1. Se puede observar que, a excepción de la serie de inversión, el resto de las series tienen una tendencia creciente. Además, se aprecia el impacto de la crisis económica entre los años 2008-2009.

Gráfica 3.1 Componentes del vector x_t , Período 2001-2012



NOTA: Los datos se encuentran en logaritmos.

3.1.2 Análisis de cointegración

Con el propósito de probar la existencia de cointegración se utiliza el procedimiento de Johansen. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 3.1. En el año 2005 se adoptó el régimen de metas explícitas de inflación en Guatemala. Este marco de política monetaria conlleva implícitamente mayor flexibilidad cambiaria y, por consiguiente, se espera una transmisión más clara de los efectos de los términos de intercambio hacia la economía. Con el objeto de examinar este cambio estructural, se realizan pruebas de cointegración para la muestra 2005-2012.

Las pruebas de cointegración se realizan sobre la base de la estimación de modelos de vectores autorregresivos (VAR) con las cuatro variables. Utilizando los criterios de información de Akaike y Schwartz, los cuales resultan consistentes, se determinó que el número óptimo de rezagos es de uno. Los modelos VAR son estimados en niveles. Se presentan los resultados para diferentes especificaciones de la prueba de Johansen, en donde se hacen diferentes supuestos sobre la constante y tendencias, las cuales se detallan en la nota al pie del

cuadro 3.1. La especificación más comúnmente utilizada es la número tres.

Para la muestra 2001-2012, el estadístico de traza indica consistentemente dos ecuaciones de cointegración. Por el contrario, la prueba de valor característico máximo sugiere que no hay ningún vector de cointegración. Sin embargo, la hipótesis de “cero vectores de cointegración” puede ser rechazada al 10% de nivel de significancia. Adicionalmente, de acuerdo a Johansen (1994) en Castillo y Salas (2012), la prueba de *valor propio máximo* es relativamente débil. En este sentido, se elige creer en la existencia de dos vectores de cointegración en el período 2001-2012 y sobre esta base se procede a estimar dos ecuaciones de cointegración más adelante.

La evidencia de dos vectores de cointegración es más clara para el período 2005-2012, en donde las pruebas de *traza* y *valor propio máximo* coinciden en dos de las pruebas, incluyendo la preferida número 3. Adicionalmente, en ninguna de las restantes pruebas el *valor propio máximo* revela *cero vectores de cointegración*. Esto implica que bajo el nuevo esquema de política monetaria la cointegración entre estas variables es más clara.

Cuadro 3.1 Resultados del test de cointegración de Johansen. Modelo de cointegración sin restricciones

Casos del test de Johansen *	H ₀₁	H ₀₂	H ₀₃	H ₀₄	H ₀₅
Período 2001-2012					
Traza **	1	2	2	2	4
Valor propio Máximo **	1	0	0	0	0
Período 2005-2012					
Traza **	1	2	2	2	3
Valor propio Máximo **	1	2	2	1	1

* H₀₁ = los datos en niveles no presentan una tendencia determinística y las ecuaciones de cointegración no tienen intercepto.

H₀₂ = los datos en niveles no presentan una tendencia determinística y las ecuaciones de cointegración sí tienen intercepto.

H₀₃ = los datos en niveles presentan tendencia lineal y las ecuaciones de cointegración solamente intercepto.

H₀₄ = los datos en niveles y las ecuaciones de cointegración presentan tendencia Lineal.

H₀₅ = los datos en niveles presentan tendencia cuadrática y las ecuaciones de cointegración presentan tendencia lineal.

** Número de relaciones de cointegración seleccionados bajo un nivel de significancia del 5%

Se prueba la validez empírica de las restricciones teóricas de Lundvik (1991), referente a los vectores de cointegración, y Castillo y Salas (2012), en relación a los coeficientes de ajuste, expresadas en las ecuaciones 2.22 y 2.14, respectivamente. En el cuadro 3.2 se presentan los resultados de ambas restricciones teóricas y en el cuadro 3.3 solo las de Lundvik. En ambos casos

y en ambos períodos las pruebas de hipótesis, basadas en el *Estadístico LR*, son rechazadas (ver el valor de *Probabilidad*). Mellander *et al* (1992) tampoco encontraron evidencia clara que respaldara la restricción de Lundvik para los datos de Suecia, aunque Castillo y Salas sí encuentran que los datos para Perú sí respaldan su restricción.

Cuadro 3.2 Resultados del test de cointegración de Johansen. Modelo de cointegración con restricciones. Restricciones de Lundvik (1991) y Castillo y Salas (2012)

Período 2001-2012				
No. de ecuaciones de cointegración	Verosimilitud modelo restringido	Estadístico LR	Grados de Libertad	Probabilidad
2	422.25	41.72	6	0.00
3	436.54	18.06	2	0.00
Período 2005-2012				
No. de ecuaciones de cointegración	Verosimilitud modelo restringido	Estadístico LR	Grados de Libertad	Probabilidad
2	304.99	50.00	6	0.00
3	326.11	14.34	2	0.00

Cuadro 3.3 Resultados del test de cointegración de Johansen Modelo de cointegración con restricciones. Restricción de Lundvik (1991)

Período 2001-2012				
No. de ecuaciones de cointegración	Verosimilitud modelo restringido	Estadístico LR	Grados de Libertad	Probabilidad
2	423.46	39.31	4	0.00
3	436.54	18.06	2	0.00
Período 2005-2012				
No. de ecuaciones de cointegración	Verosimilitud modelo restringido	Estadístico LR	Grados de Libertad	Probabilidad
2	308.60	42.77	4	0.00
3	326.11	14.34	2	0.00

De acuerdo a los resultados anteriores, se estimaron dos vectores de cointegración sin restricciones para cada una de ambas muestras. Los vectores están normalizados con respecto a la segunda variable, el producto per cápita.

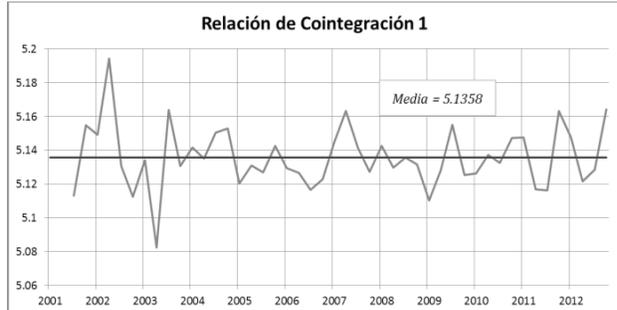
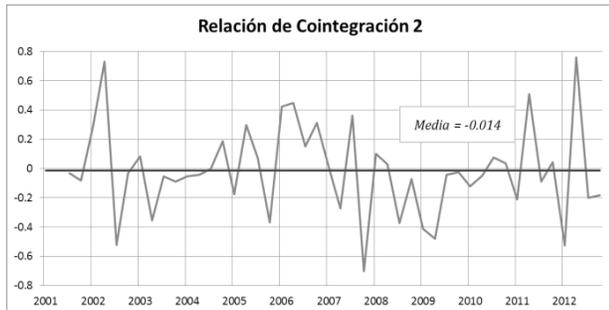
$$(3.1) \hat{\alpha}' = \begin{bmatrix} -0.2108 & 1 & -0.1614 & -0.1507 \\ 0.0180 & 1 & -0.9347 & -0.0851 \end{bmatrix}$$

Estimación 2005-2012:

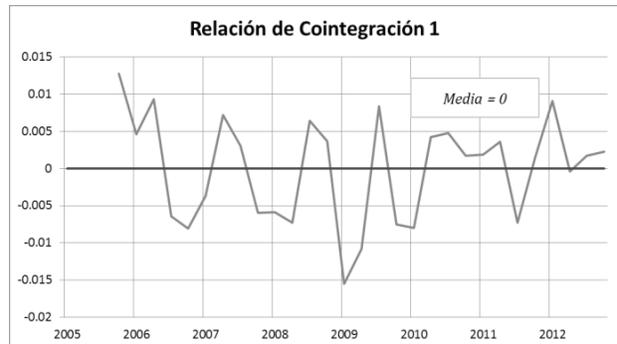
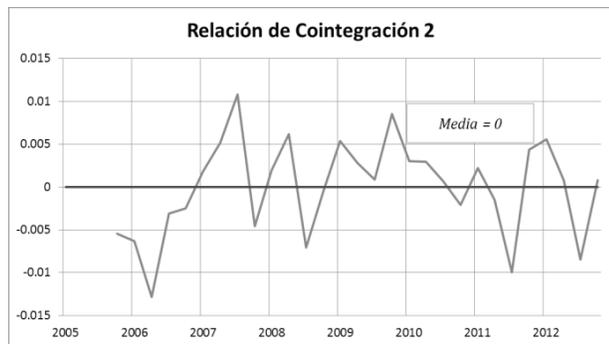
$$(3.2) \hat{\alpha}' = \begin{bmatrix} -0.1881 & 1 & -0.3164 & -0.1591 \\ 0.0373 & 1 & -0.9640 & -0.0765 \end{bmatrix}$$

Con base en las matrices de vectores de cointegración estimadas se calculan las relaciones de cointegración estimadas para ambas muestras. Estas se presentan en las gráficas 3.2 y 3.3.

Gráfica 3.2 Relaciones de cointegración estimadas. Período 2001-2012



Gráfica 3.3 Relaciones de cointegración estimadas. Período 2005-2012



3.1.3 Modelo de tendencias comunes

Los resultados de la sección anterior confirman la existencia de dos ecuaciones de cointegración. Con base en los vectores de cointegración estimados con el modelo sin restringir, los cuales corresponden a las ecuaciones 3.1 y 3.2, se hacen las estimaciones del modelo de tendencias comunes de Warne (1993). Para ello se utilizan los códigos desarrollados por el autor en Winrats. De acuerdo al procedimiento una de las tendencias comunes se considera externa ($\tau_{f,t}$) y la otra es nacional ($\tau_{d,t}$). Los resultados se muestran en las ecuaciones 3.3 y 3.4 (los errores estándar aparecen en paréntesis), para las dos muestras con que se ha venido trabajando.

Estimación 2001 – 2012:

$$\begin{bmatrix} TI_t \\ y_t \\ c_t \\ i_t \end{bmatrix} = \hat{x}_o + \begin{bmatrix} 0.0305 & 0.0000 \\ (0.0059) & (0.0000) \\ 0.0066 & 0.0069 \\ (0.0025) & (0.0017) \\ 0.0084 & 0.0036 \\ (0.0019) & (0.0009) \\ -0.0081 & 0.0419 \\ (0.0135) & (0.0106) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_{f,t} \\ \tau_{d,t} \end{bmatrix} + \hat{\Phi}(L)v_t \quad (3.3)$$

Estimación 2005 – 2012:

$$\begin{bmatrix} TI_t \\ y_t \\ c_t \\ i_t \end{bmatrix} = \hat{x}_o + \begin{bmatrix} 0.0234 & 0.0000 \\ (0.0053) & (0.0000) \\ 0.0056 & 0.0096 \\ (0.0044) & (0.0036) \\ 0.0073 & 0.0062 \\ (0.0032) & (0.0023) \\ -0.0067 & 0.0484 \\ (0.0210) & (0.0178) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_{f,t} \\ \tau_{d,t} \end{bmatrix} + \hat{\Phi}(L)v_t \quad (3.4)$$

Los resultados muestran que la tendencia externa tiene un efecto positivo a largo plazo sobre el producto y el consumo pero no así sobre la inversión. El coeficiente de respuesta de *shocks* permanentes externos sobre la inversión tiene signo negativo pero no es estadísticamente significativo. Estos resultados sobre la inversión son contrarios con la teoría (como lo explica Barro (2008), por ejemplo) y algunos estudios empíricos (como Mellander *et al*, 1992; y Castillo y Salas, 2012) donde se muestra de forma robusta la importancia de los choques permanentes sobre esta variable.

Por su parte, la tendencia nacional sí tiene efectos positivos sobre las tres variables en el largo plazo. Los resultados son consistentes, en este sentido, para ambas muestras.

La respuesta a largo plazo del producto ante un *shock* extranjero permanente de una desviación estándar es de 0.66% para el período 2001-2012. Este efecto es menor, 0.56%, en la muestra 2005-2012 y pierde significancia estadística. Los *shocks* permanentes domésticos tienen un efecto más fuerte sobre el producto, 0.69% y 0.96% respectivamente. El efecto no solo es mayor sino creciente, lo opuesto al efecto de los *shocks* externos (términos de intercambio).

La respuesta del consumo es mayor a *shocks* permanentes externos que a *shocks* domésticos, o de productividad, 0.84% y 0.36% para el período 2001-2012, y 0.32% y 0.23% para la muestra 2005-2012. Todos los coeficientes son estadísticamente significativos.

Para los períodos en estudio, la inversión responde solo a *shocks* permanentes domésticos, 4.2% y 4.9% para cada una de las muestras. De acuerdo al supuesto de economía pequeña y abierta, solo los *shocks* externos tienen efectos sobre los términos de intercambio. En este sentido, la respuesta en la muestra larga es de 3.05% y en la muestra reducida de 2.34%.

En general, se puede concluir que los *shocks* permanentes, tanto domésticos como externos, tienen un efecto positivo de largo plazo sobre el producto, el consumo, la inversión y los términos de intercambio, lo cual es congruente con los estudios de King *et al* (1991), Mellander *et al* (1992) y Castillo y Salas (2012). En los períodos en estudio, los *shocks* permanentes domésticos tienen un mayor efecto sobre el producto que los externos, y este efecto es creciente. Por su parte, el consumo parece estar más fuertemente influido, en el largo plazo, por *shocks* permanentes de términos de intercambio. La evolución de la inversión de largo plazo parece haber estado determinado por *shocks* domésticos permanentes y, finalmente, el componente permanente de los *shocks* externos tiene menos impacto en los años 2005-2012 que en 2001-2012.

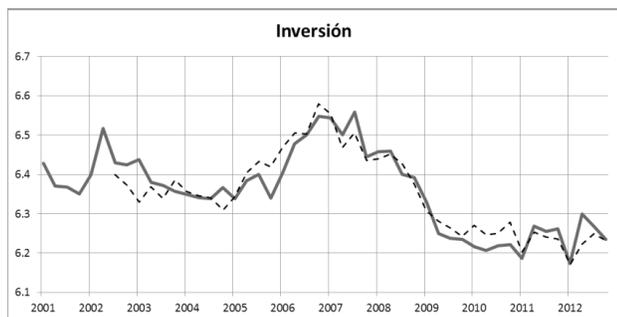
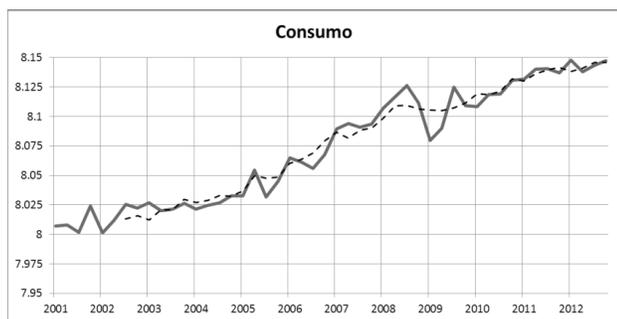
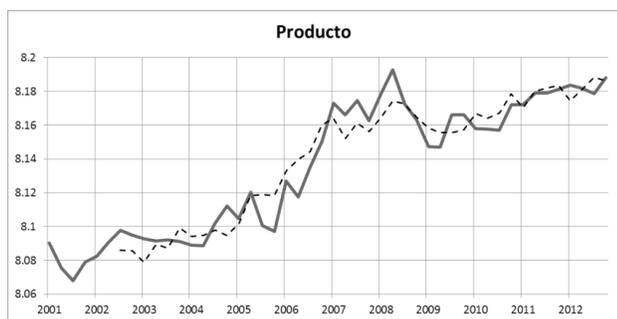
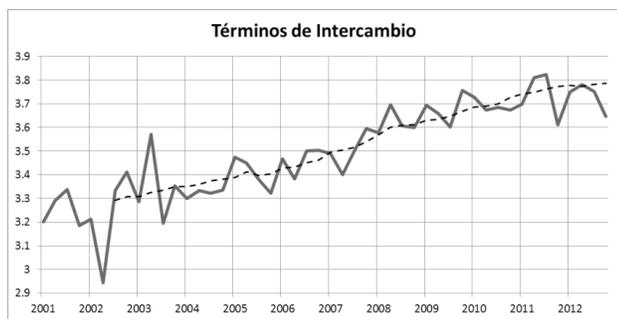
En la gráfica 3.4 se pueden observar las series originales y su correspondiente componente permanente, estimados para el período 2001-2012 y en la gráfica 3.5 los correspondientes componentes transitorios. Para la obtención de estos resultados se utilizaron cinco rezagos en las estimaciones. El número de rezagos se determinó mediante el examen

de los resultados finales. En general, el uso de muchos rezagos produce tendencias lineales determinísticas, con muy poca volatilidad. En el otro extremo, muy pocos rezagos generan series de componentes permanentes muy pegados a la serie original.

Los componentes de los términos de intercambio revelan que los movimientos observados en 2012 son principalmente de carácter transitorio y que estos deberían, eventualmente, incrementarse. En el caso del producto, se observa que entre 2007 y la primera mitad de 2008 este estuvo por encima de su componente permanente, mientras que entre la segunda parte de 2008 y 2010 se situó principalmente por debajo de este. También se observa que a partir de 2010 la serie original tiende a recuperarse y a converger a los valores del componente permanente. Por su parte, el consumo sigue aproximadamente el comportamiento del producto pero converge más rápidamente a su componente permanente. Finalmente, la inversión exhibe valores por debajo del componente permanente entre 2009 y 2011, año a partir del cual se aproxima mucho al componente de largo plazo y lo rebasa ligeramente en 2012. Estos resultados son, en términos generales, consistentes con lo experimentado por la economía guatemalteca en los últimos seis años.

Gráfica 3.4 Series de tiempo observadas y componentes permanentes estimados*

Período 2001-2012

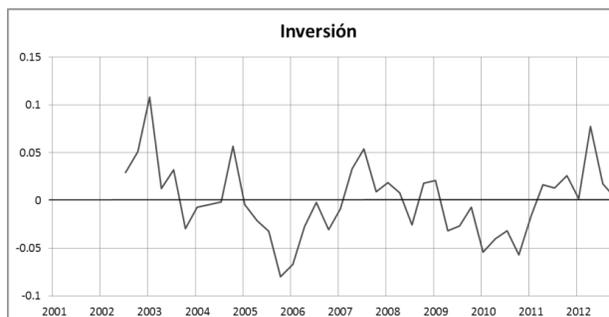
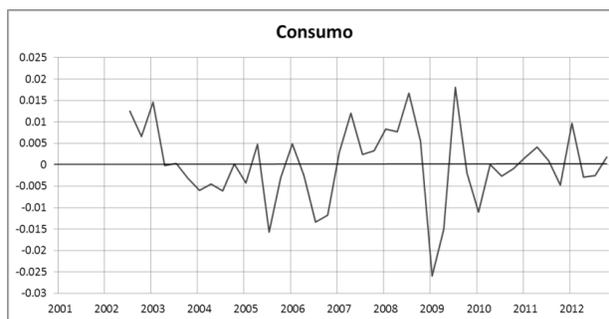
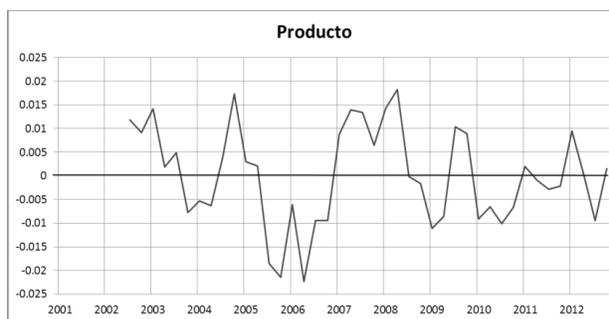
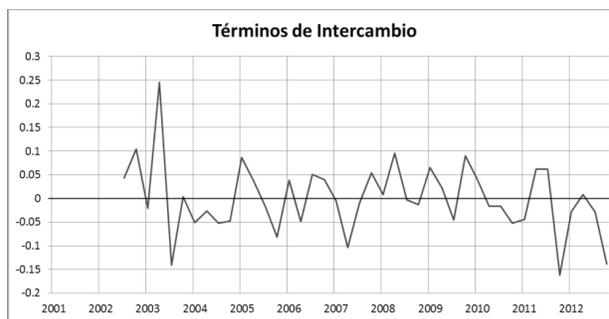


Nota: Los datos se encuentran en logaritmos.

* Las líneas punteadas son los componentes permanentes de cada serie.

Gráfica 3.5 Componentes transitorios estimados

Período 2001-2012



Nota: Los datos se encuentran en logaritmos.

3.1.4 Descomposición de varianza

En esta sección se lleva a cabo el análisis de descomposición de varianza del error de pronóstico. Con base en el mismo, se analiza la contribución de los *shocks* domésticos, externos, permanentes y transitorios a la variabilidad de cada una de las variables en estudio.

Los resultados se presentan en el cuadro 3.4. La primera fila para cada variable representa la contribución del *shock* del componente permanente de términos de intercambio (*shock* externo), la segunda el *shock* permanente doméstico (*shock* de productividad) y la tercera el *shock* permanente total (externo más doméstico). Por su parte, la cuarta fila constituye la contribución del *shock* transitorio externo, la quinta el *shock* transitorio doméstico y la sexta el *shock* transitorio total.

Las fluctuaciones de los términos de intercambio están principalmente explicadas por *shocks* permanentes externos (entre 34.4% y 56.7% para un horizonte máximo de 40 trimestres), lo cual es consistente con la economía pequeña y abierta que representa Guatemala. Sin embargo, a horizontes cortos los *shocks* transitorios también contribuyen de manera importante (de 39.8% a 29.6% para un horizonte de hasta un año).

En lo que respecta al producto, sus fluctuaciones parecen estar totalmente explicadas por *shocks* permanentes (de

89% a 98.4%). Dentro de estos, los *shocks* externos parecen dominar sobre los domésticos solo en el muy corto plazo pero a partir del cuarto trimestre son los *shocks* domésticos los que explican la mayor parte de su variabilidad. La participación de los *shocks* transitorios es muy pequeña e insignificante.

En lo referente al consumo, sus fluctuaciones son explicadas en mayor parte por los *shocks* permanentes (de 42.9% a 94.2% después de 40 trimestres) y, dentro de ellos inicialmente por los *shocks* permanentes de términos de intercambio y luego de 8 períodos por los domésticos, aunque su significancia es muy baja. Los *shocks* transitorios explican poco después de 8 trimestres y tienen poca significancia estadística, su escasa participación es totalmente atribuida a *shocks* transitorios domésticos.

Las fluctuaciones de la inversión están explicadas principalmente por los *shocks* permanentes pero, contrario al caso del consumo, los *shocks* permanentes domésticos tienen mayor importancia que los externos desde el principio. Los *shocks* transitorios tienen poca importancia y los *shocks* transitorios domésticos casi ninguna.

Estos resultados son congruentes con los hallazgos de Castillo y Salas (2012), excepto para el caso de la inversión, ya que él determina que los *shocks* permanentes externos explican la mayor porción de las varianzas en todas las variables analizadas.

Cuadro 3.4 Descomposición de varianza del error de pronóstico a diferentes horizontes trimestrales. Período 2001-2012

Variable	Innovación	1	4	8	12	20	40
TI	$\tau_{(f,t)}$	0.344 0.242	0.33 0.209	0.36 0.186	0.394 0.193	0.457 0.238	0.567 0.332
	$\tau_{(d,t)}$	0.107 0.164	0.222 0.456	0.217 0.409	0.205 0.375	0.186 0.325	0.149 0.27
	$\tau_{(f+d,t)}$	0.451 0.186	0.552 0.289	0.578 0.272	0.598 0.27	0.643 0.282	0.716 0.309
	$trans_{(f,t)}$	0.398 0.198	0.296 0.243	0.278 0.227	0.263 0.216	0.235 0.21	0.187 0.212
	$trans_{(d,t)}$	0.151 0.138	0.152 0.214	0.144 0.186	0.138 0.191	0.123 0.17	0.097 0.158
	$trans_{(f+d,t)}$	0.549 0.186	0.448 0.289	0.422 0.272	0.402 0.27	0.357 0.282	0.284 0.309
Y	$\tau_{(f,t)}$	0.707 0.652	0.387 0.249	0.208 0.402	0.195 0.417	0.183 0.464	0.172 1.664
	$\tau_{(d,t)}$	0.182 0.749	0.509 0.309	0.729 0.475	0.759 0.454	0.787 0.483	0.812 1.519
	$\tau_{(f+d,t)}$	0.89 0.141	0.896 0.078	0.937 0.118	0.954 0.087	0.97 0.063	0.984 0.184
	$trans_{(f,t)}$	0.107 0.133	0.064 0.048	0.032 0.059	0.023 0.044	0.015 0.031	0.008 0.048
	$trans_{(d,t)}$	0.003 0.021	0.04 0.043	0.031 0.063	0.023 0.046	0.015 0.034	0.008 0.138
	$trans_{(f+d,t)}$	0.11 0.141	0.104 0.078	0.063 0.118	0.046 0.087	0.03 0.063	0.016 0.184

Variable	Innovación	1	4	8	12	20	40
C	$\tau_{(f,t)}$	0.385 <i>1.518</i>	0.459 <i>0.912</i>	0.418 <i>1.179</i>	0.406 <i>1.297</i>	0.417 <i>1.495</i>	0.432 <i>1.664</i>
	$\tau_{(d,t)}$	0.044 <i>0.133</i>	0.218 <i>0.703</i>	0.386 <i>0.88</i>	0.444 <i>1.027</i>	0.478 <i>1.266</i>	0.511 <i>1.519</i>
	$\tau_{(f+d,t)}$	0.429 <i>1.432</i>	0.677 <i>0.662</i>	0.805 <i>0.462</i>	0.85 <i>0.366</i>	0.895 <i>0.296</i>	0.942 <i>0.184</i>
	$trans_{(f,t)}$	0 <i>0</i>	0.044 <i>0.1</i>	0.033 <i>0.083</i>	0.034 <i>0.086</i>	0.026 <i>0.074</i>	0.015 <i>0.048</i>
	$trans_{(d,t)}$	0.571 <i>1.432</i>	0.279 <i>0.569</i>	0.162 <i>0.383</i>	0.116 <i>0.283</i>	0.079 <i>0.223</i>	0.043 <i>0.138</i>
	$trans_{(f+d,t)}$	0.571 <i>1.432</i>	0.323 <i>0.662</i>	0.195 <i>0.462</i>	0.15 <i>0.366</i>	0.105 <i>0.296</i>	0.058 <i>0.184</i>
I	$\tau_{(f,t)}$	0.024 <i>0.048</i>	0.009 <i>0.066</i>	0.016 <i>0.012</i>	0.008 <i>0.038</i>	0.006 <i>0.055</i>	0.004 <i>0.071</i>
	$\tau_{(d,t)}$	0.834 <i>0.115</i>	0.913 <i>0.08</i>	0.857 <i>0.053</i>	0.97 <i>0.043</i>	0.98 <i>0.053</i>	0.988 <i>0.069</i>
	$\tau_{(f+d,t)}$	0.858 <i>0.11</i>	0.923 <i>0.069</i>	0.873 <i>0.044</i>	0.978 <i>0.028</i>	0.986 <i>0.018</i>	0.993 <i>0.005</i>
	$trans_{(f,t)}$	0.134 <i>0.105</i>	0.05 <i>0.036</i>	0.079 <i>0.021</i>	0.012 <i>0.014</i>	0.008 <i>0.009</i>	0.004 <i>0.009</i>
	$trans_{(d,t)}$	0.008 <i>0.034</i>	0.028 <i>0.05</i>	0.048 <i>0.032</i>	0.01 <i>0.019</i>	0.006 <i>0.012</i>	0.003 <i>0.006</i>
	$trans_{(f+d,t)}$	0.142 <i>0.11</i>	0.077 <i>0.069</i>	0.127 <i>0.044</i>	0.022 <i>0.028</i>	0.014 <i>0.018</i>	0.007 <i>0.009</i>

NOTA: Errores estándar en cursiva

4. Conclusiones

Se utilizó un modelo de tendencias comunes para identificar los efectos de *shocks* de términos de intercambio y de productividad sobre la economía guatemalteca. En este sentido se separó el efecto permanente y transitorio de dichos *shocks*. Este tipo de análisis se hace sobre la base de modelos de cointegración. Se encontró que las series de términos de intercambio, producto, consumo e inversión de Guatemala están cointegradas. De hecho existen dos funciones de cointegración tanto para el período 2001-2012 como para el período 2005-2012. Aunque la evidencia es más clara para la segunda muestra. Sin embargo las restricciones teóricas para el modelo VAR identificada por Lundvik (1991) y ampliada por Castillo y Salas (2012) fueron rechazadas.

Los dos vectores de cointegración estimados sirvieron de base para identificar una función de *shocks* domésticos (productividad) y otra de *shocks* externos (términos de intercambio). Los resultados muestran que la tendencia externa (términos de intercambio) tiene un efecto positivo a largo plazo sobre el producto y el consumo, pero su efecto sobre la inversión no es significativo. Por su parte, la tendencia nacional (productividad) sí tiene efectos positivos y significativos sobre las tres variables. Estos resultados son consistentes para ambas muestras. La respuesta de largo plazo del producto a *shocks* de términos de intercambio permanentes es mayor en el período 2001-2012 que en el 2005-2012. Por su parte, los *shocks* permanentes de productividad tienen un impacto más fuerte sobre el producto que los externos. Este efecto no solo es mayor sino creciente (es mayor en el segundo período).

La respuesta del consumo es mayor a *shocks* permanentes de términos de intercambio que a *shocks* domésticos. Por su parte, la inversión responde significativamente únicamente a *shocks* domésticos, en el período en estudio.

De acuerdo al supuesto de economía pequeña y abierta, solo los *shocks* externos tienen efectos sobre los términos de intercambio.

Los componentes permanentes de los términos de intercambio revelan que los movimientos observados en 2012 son de carácter transitorio y que estos deberían, eventualmente, incrementarse. La relación entre el producto observado y su componente permanente, que se puede interpretar como PIB potencial, es consistente con la historia reciente. Muestra una brecha positiva entre 2007

y 2008, negativa entre la segunda mitad de 2008 y 2010, y a partir de 2010 la serie original tiende a recuperarse y a converger a los valores del componente permanente. El consumo sigue un comportamiento similar pero converge más rápidamente. Por su parte, la inversión tiende a mostrar una brecha positiva en 2012.

En lo que respecta a la descomposición de varianza, esta muestra que las fluctuaciones de los términos de intercambio están principalmente explicadas por *shocks* permanentes externos, lo cual es consistente con una economía pequeña y abierta. A horizontes cortos los *shocks* transitorios tienen un impacto no despreciable.

Las fluctuaciones del producto están explicadas casi enteramente por *shocks* permanentes. En el muy corto plazo los *shocks* de términos de intercambio parecen ser más importantes que los de productividad pero los de productividad son claramente más importantes en el mediano y largo plazo.

Las fluctuaciones del consumo son explicadas en mayor parte por *shocks* permanentes de términos de intercambio y, después de 8 trimestres por *shocks* de productividad. Los *shocks* transitorios domésticos tienen un efecto muy pequeño y los transitorios externos ninguno.

Finalmente las fluctuaciones de la inversión están determinadas principalmente por *shocks* permanentes domésticos, tanto a horizontes cortos como largos. Al igual que en los casos anteriores, los *shocks* transitorios tienen poca importancia y, en particular, los transitorios domésticos casi ninguna.

Como nota de precaución se advierte que el análisis de cointegración requiere de series, preferentemente, muy largas. Las muestras relativamente pequeñas con que se ha llevado a cabo el trabajo empírico pueden constituir una debilidad de los resultados.

5. Referencias

- Barro, R. (2008). *Macroeconomics: A modern Approach*, International Student Edition, Thomson South-Western.
- Becker, T. y P. Mauro (2006). *Output Drops and the Shocks That Matter*; International Monetary Fund Working Paper, num. 06/172.
- Blattman, C., J. Hwang y J. Williamson (2004). *The Impact of the Terms of Trade on Economic Development in the Periphery, 1870-1939: Volatility and Secular Change*, NBER Working Paper Series, Working paper num. 10600.
- Castillo, P. y J. Salas (2012). *Los Términos de Intercambio como impulsores de fluctuaciones económicas en economías en desarrollo: Estudio Empírico*, Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, Primera edición.
- Easterly, W., R. Islam y J. Stiglitz (2000). *Explaining Growth Volatility*, The World Bank, Working paper num. 28159.
- Johansen, S. (1988a). "The Mathematical Structure of Error Correction Models", *Contemporary Mathematics*, num. 80, pp. 359-386.
- Johansen, S. (1988b). "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, num. 12, pp. 231-254.
- Johansen, S. (1989). *Likelihood Based Inference on Cointegration: Theory and Applications*, Lecture Notes, Institute for Mathematical Statistics, University of Copenhagen.
- Johansen, S. (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica*, num. 59, pp. 1551-1580.
- King, R., Ch. Plosser, J. Stock y M. Watson (1991). "Stochastic Trends and Economic Fluctuation", *American Economic Review*, vol. 81, num. 4, pp. 819-840.
- Larraín, F. y J. Sachs (2002). *Macroeconomía en la Economía Global*, 2ª. Edición, Pearson Education.
- Laursen, S., y L. Metzler (1950). "Flexible Exchange Rates and the Theory of Employment", *Review of Economics and Statistics*, num. 32, pp. 281-99.
- Lundvik, P. (1991). *Business Cycles in a Small Open Economy: Sweden 1871-1987*, Institute for International Economic Studies, Stockholm University, Sweden.
- Mellander, E., A. Vredin y A. Warne (1992). "Stochastic Trends and Economic Fluctuations in a Small Open Economy", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 7, num. 4, pp. 369-394.
- Mendoza, E. (1995). "The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations", *International Economic Review*, vol. 36, num. 1, pp. 101-137.
- Mendoza, E., (1997). "Terms of Trade Uncertainty and Economic Growth", *Journal of Development Economics*, num. 54, pp. 323-56.
- Misas, M., E. López y D. Vásquez (2003). *Tendencias estocásticas comunes y fluctuaciones en la economía colombiana: 1950-2002*, Borradores de Economía, núm. 275, Banco de la República de Colombia.
- Obstfeld, M. (1982). "Aggregate Spending and the Terms of Trade: Is There a Laursen-Metzler Effect?" *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 97, num. 2, pp. 251-270.
- Svensson L. y A. Razin (1983). "The Terms of Trade and the Current Account: The Harberger-Laursen-Metzler Effect", *Journal of Political Economy*, vol. 91, num. 1, pp. 97-125.
- Warne, A. (1993). *A common Trends Model: Identification, Estimation and Inference*, Stockholm - International Economic Studies, num. 555.

Anexo

En este anexo se describe el método de cálculo y la evolución de la serie de Términos de Intercambio y sus componentes para Guatemala, para el período de 2001 a 2012 con frecuencia trimestral.

Cálculo de los Términos de Intercambio

Para el cálculo de la serie de términos de intercambio se construyen índices de precios de las exportaciones y de las importaciones, para luego estimar los términos de intercambio con la siguiente ecuación:

$$(A.1) \quad TI = \frac{IPx}{IPm}$$

En donde IPx es el índice de precios de las exportaciones e IPm es el índice de precios de las importaciones.

Los índices de precios son índices de *Laspeyres* base 2001. Estos se calculan multiplicando el precio medio de los bienes en el período t por el volumen exportado (importado) en el período base (promedio mensual en 2001), y luego dividiendo este resultado entre el producto del precio medio por el volumen promedio en el año base (ecuación A2).

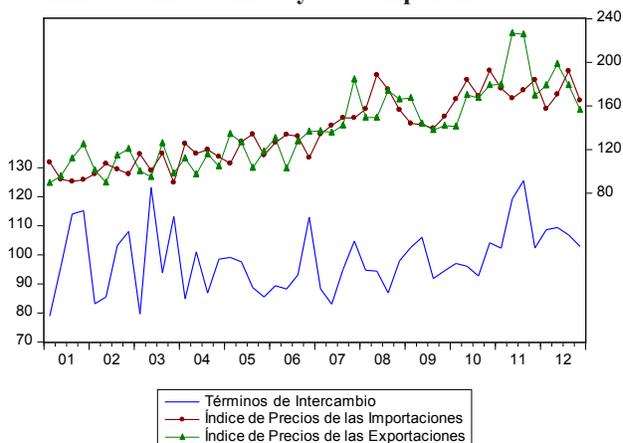
$$(A.2) \quad IP = \frac{P_t \cdot V_0}{P_0 \cdot V_t}$$

Los bienes se clasifican de acuerdo a las siguientes agrupaciones: Bienes de Consumo, Combustibles y Lubricantes, Materias Primas y Materiales de Construcción, Maquinaria y Equipo. El precio medio de ambas variables se obtiene dividiendo el valor total entre el volumen. Para este propósito, todas las variables de volumen y capacidad son transformadas en kilos. La fuente primaria son los datos recopilados por las Aduanas del país y que la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) traslada al Banco de Guatemala. Los cálculos son hechos por la Sección de Estadísticas de Balanza de pagos.

Los términos de intercambio y los índices de precios de exportaciones e importaciones se presentan en la gráfica A.1. Los precios de exportaciones e importaciones muestran una tendencia creciente, esta marcada tendencia es cancelada en buena parte en el cálculo de los términos de intercambio, al dividir el índice de precios de exportaciones por el de importaciones. Adicionalmente, se observan fuertes movimientos oscilatorios en cada año que evidencian la presencia de estacionalidad.

Gráfica A1

Términos de Intercambio y sus componentes



En la sección final de este Anexo se provee una descripción de los componentes que, principalmente, generan los movimientos más fuertes al año. Se encontró que los movimientos oscilatorios están fuertemente determinados por la exportación de materias primas y materiales de construcción y en segundo lugar por la importación de los mismos.

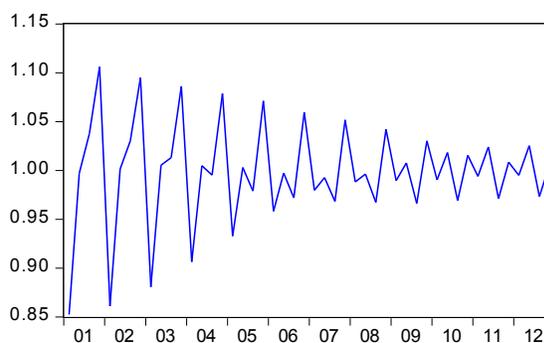
Estacionalidad y tendencia de los Términos de Intercambio

Se utilizó el programa X-12 ARIMA para probar la presencia de estacionalidad, tanto en la serie de Términos de Intercambio como en las de exportaciones e importaciones de materias primas y materiales de construcción. Se identificó que existe presencia de estacionalidad móvil. En la gráfica A2 se puede apreciar el cambio en los factores estacionales entre 2006 y 2008, aproximadamente.

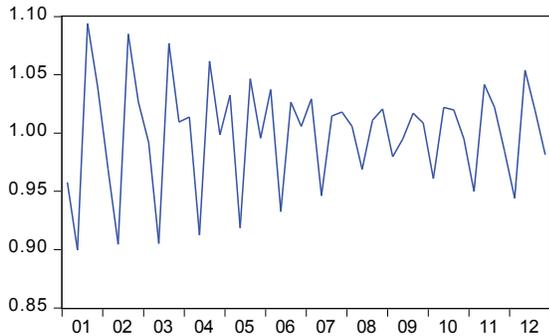
Gráfica A2

Factores estacionales de los Términos de Intercambio y de sus componentes

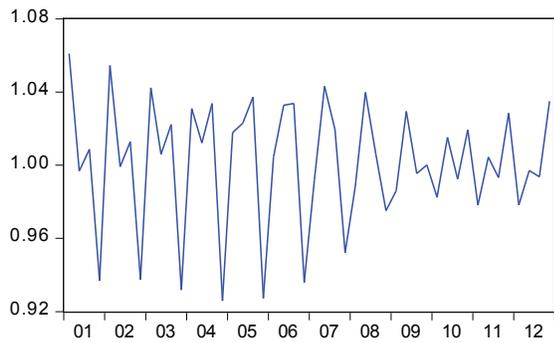
Factores Estacionales de los Términos de Intercambio



Factores Estacionales de la Serie de Exportaciones

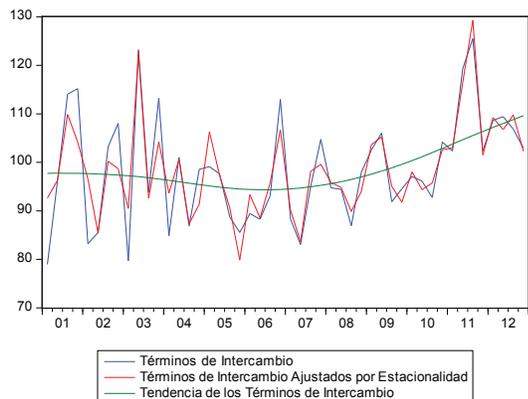


Factores Estacionales del Índice de las Importaciones



La serie de Términos de Intercambio (TI) se ajustó por estacionalidad y se estimó su tendencia utilizando el filtro de Hodrick y Prescott. Según se puede apreciar en la gráfica A3, la tendencia muestra un período de deterioro de los TI de 2001 a 2006, aunque esta tendencia no es muy pronunciada. A partir de 2007 la tendencia de los TI es positiva y a partir de 2010 son mayores que 100.

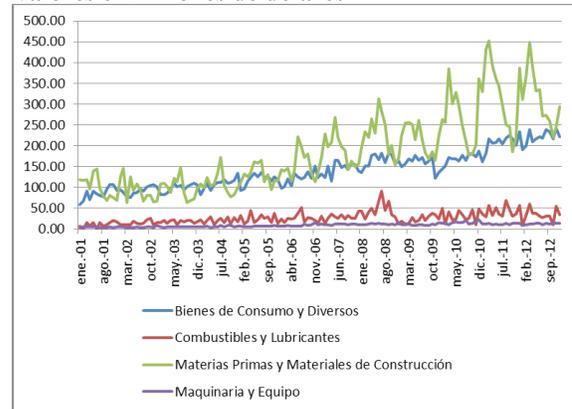
Gráfica A3
Términos de Intercambio, serie ajustada y tendencia



Componentes del Índice de Precios de las exportaciones

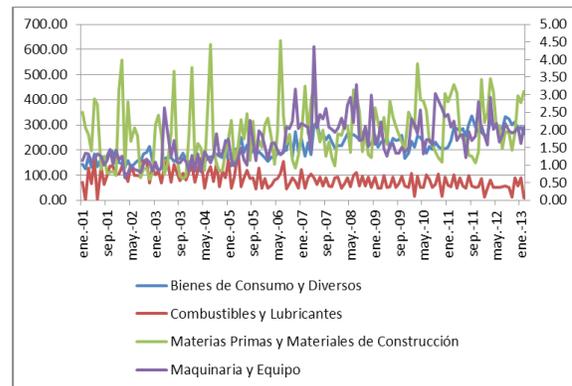
En esta sección se analiza el Índice de Precios de las Exportaciones (IPX) por agrupaciones de bienes. En la gráfica A4 se presentan las agrupaciones de bienes en valores totales, en donde destacan las exportaciones de materias primas y materiales de construcción, en los cuales se puede apreciar un comportamiento estacional bastante fuerte.

Gráfica A4
Valores de las exportaciones por grupo de bienes
Valores en millones de dólares



Los volúmenes de exportación, en millones de kilos, y los precios promedio, en dólares por kilo, se presentan en las gráficas A5 y A6. Los volúmenes son mayores para materias primas y materiales de construcción pero, en precio por kilo, maquinaria y equipo presenta precios unitarios muy por encima de los demás (nótese el uso del eje secundario para maquinaria y equipo en ambas gráficas).

Gráfica A5
Volúmenes de exportaciones por grupo de bienes*
Cifras en millones de kilos

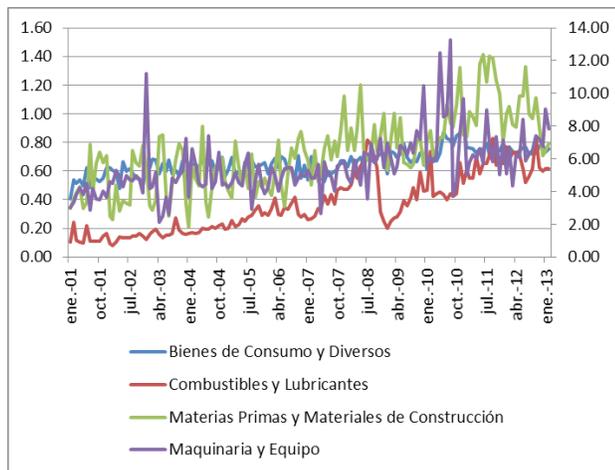


*El eje secundario corresponde al grupo Maquinaria y Equipo.

Gráfica A6

Precio promedio de las exportaciones por grupo de bienes*

Precio por kilo en dólares



*El eje secundario corresponde a maquinaria y equipo.

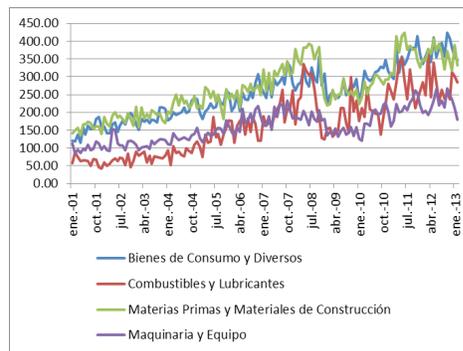
Componentes del Índice de Precios de las Importaciones

Las gráficas A7, A8 y A9 presentan el valor, volumen y precio medio por kilo de las importaciones. En valor destacan la importación de materias primas y materiales de construcción, y bienes de consumo y diversos. En volumen los grupos mayoritarios son materias primas y materiales de construcción y combustibles y lubricantes. Estas series, a pesar de que muestran bastante volatilidad, parecieran ser bastante estables en sus valores medios, contrario a las series en valores que muestran una tendencia creciente. En lo referente al precio promedio por kilo, al igual que en las exportaciones, es la maquinaria y equipo el que registra precios muy por encima de las otras series (nótese el uso del eje secundario). Los precios de las materias primas y materiales de construcción y los combustibles y lubricantes muestran una tendencia creciente hasta 2008 y luego se estabilizan. Esto contrasta con los precios de las exportaciones de materias primas y materiales de construcción, los que parecieran seguir creciendo en el mismo período y estar por encima de los de las importaciones.

Gráfica A7

Valores de las importaciones por grupo de bienes

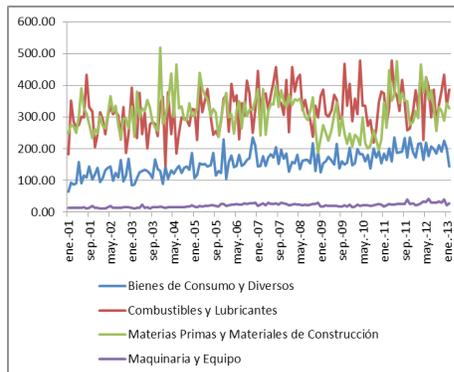
Valores en millones de dólares



Gráfica A8

Volúmenes de importaciones por grupo de bienes*

Cifras en millones de kilos

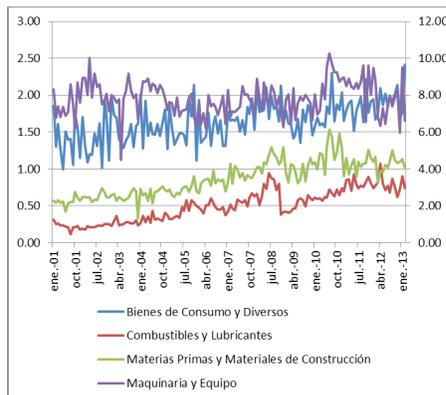


*El eje secundario corresponde a maquinaria y equipo.

Gráfica A9

Precio promedio de las importaciones por grupo de bienes*

Precio por kilo en dólares



*El eje secundario corresponde a maquinaria y equipo.

Fiscal policy stimulus: consequences and caveats for monetary policy in Guatemala¹

Juan Catalán-Herrera²

Abstract

The objective of this paper is to propose a DSGE model that incorporates fiscal considerations, in order to evaluate interactions between fiscal and monetary policies and the consequences and caveats for the latter. The model is build and estimated for Guatemala taking into account some inherent features of this developing economy. The model is intended to serve as a tool for analyzing fiscal policy from the perspective of the monetary authority, and therefore, it is a model of the business cycle. The importance of this analytical tool becomes evident when realizing that the lack of coordination between monetary and fiscal policies can make the achievement of policy goals, a strenuous process for both authorities. Modeling the interactions between these two policies explicitly, will help to guide and assist policy discussions, within the central bank. The model proposed in this paper is able to replicate the expansive nature of government spending shocks, the positive effects over inflation and the positive response of policy interest rate in face of inflationary pressures induced by a higher public spending.

1. Introduction

The study of transmission mechanisms of fiscal policy has received less attention than the study of the transmission mechanism of monetary policy. In fact, the views of economists differ little when they are inquired about the

effects of raising the policy interest rate. However, there are strong disagreements when the question is about the effects of a change in fiscal policy, i.e. a change in government spending or tax rates. In general, few studies in the literature rigorously analyze the dynamic effects of fiscal policy shocks, and obviously, much less has been written about the dynamic characteristics of these shocks for the particular case of the Guatemalan economy. Both, theoretical and empirical literature, leave open the possibility that variables that contribute to determine aggregate demand, exhibit opposite responses to fiscal impulses.

In theoretical literature, neoclassical models predict, for example, that both private consumption and real wages should decrease as a result of a positive shock to government spending. This theoretical result is a consequence of agents anticipating that higher public spending today, will imply higher taxes at some point in the future, which reduces the present value of their expected wealth. In other words, agents experience a negative wealth shock and therefore they consume less and supply more labor. The increased labor supply, drives down the real wage, and hence, the prediction of the neoclassical model is that both (private consumption and real wages) decrease in response to a positive government spending shock. Other theoretical models, such as those of the new-Keynesian approach, predict the opposite, i.e. that the responses of both variables should be positive in face of the same shock to government spending. This result emerges from the assumption that producers operate in a monopolistically competitive market, where output is determined by demand factors. For these monopolists, a positive shock of public spending

¹ The views expressed in this document are those of the author and do not necessarily represent those of the Bank of Guatemala or its authorities.

² *Macro Modeling Specialist*, Economic Research Department, Bank of Guatemala. Email: jch@banguat.gob.gt

represents a higher demand for the goods they produce, which in turn makes them increase their own demand for labor, in an attempt to increase production and meet the higher demand, pushing real wages upward, not downward as in the neoclassical prediction.

The empirical literature also provides mixed results. The scant evidence can be interpreted in favor of either the two theoretical positions aforementioned, depending on the methodology used to identify fiscal policy shocks. According to Perotti (2007), there are two main empirical approaches to identify fiscal shocks: those based on the narrative approach introduced by Ramey & Shapiro (1998), and those based on structural vector autoregression - SVAR- models, introduced to fiscal issues by Fatás & Mihov (2001) and Bancharad & Perotti (1999, 2002). On the one hand, studies using the first approach (narrative), typically find that during periods of exogenous increases in government defense spending, both private consumption and real wages fall, which is consistent with the neoclassical model. On the other hand, studies based on the SVAR approach, typically get results with the opposite sign, *i.e.*, higher public spending produces an increase in both, private consumption and real wages; consistent with predictions of new-Keynesian models.

The absence of a clear theoretical guidance, and the lack of a robust empirical suggestion, is one of the motivations to study the effects of fiscal policy shocks in the particular case of Guatemala. For the Guatemalan central bank, it is especially important to know the effect of these fiscal shocks, since actions of fiscal policy jointly determine aggregate demand, and thus, it has a strong influence over the economic cycle. Therefore, in this paper I present a short empirical characterization of the effects of fiscal policy in Guatemala and propose a DSGE model for a small open economy, estimated using Guatemalan data. The model includes fiscal policy considerations, in order to evaluate interactions between fiscal and monetary policies and the consequences and caveats for the latter. Although fiscal policy has the potential to affect the long-run growth prospects of the economy (through investment in education, health services and infrastructure), the model presented here is concerned with the influence that fiscal policy can exert over the economic cycle. Since government spending and taxes can influence output and aggregate demand, it is important for monetary authorities to have a clear idea of what is the fiscal policy stance during the economic cycle, and determine if it is being pro-cyclical or counter-cyclical,

and therefore, discern whether fiscal policy is assisting or deterring efforts of the central bank.

The main differences between fiscal and monetary policies are reflected in the proposed model. For example, fiscal policy has many instruments: taxes targeted to different activities and government spending. On the contrary, monetary policy is usually modeled with only one instrument (*i.e.* the short-run interest rate). In regard to objectives, monetary policy (especially under inflation targeting) has one exclusive objective – inflation-, while fiscal policy can potentially target a wide range of objectives: long-run growth, income inequality, employment, implements a counter-cyclical policy and pursues the sustainability of public finances, among others. Despite the many differences between these two economic policies, a high degree of coordination is required in order to achieve the macroeconomic objectives procured individually. Suppose the government finance a higher spending with bonds, when the central bank is facing inflationary pressures. It could be the case, that higher spending will exacerbate inflationary pressures by increasing private consumption, employment and the real wage. In which case, the central bank, in an attempt to attain its objective, will respond by increasing the policy rate. Which in turn will increase the cost of funding for the central government and it will increase the quasi-fiscal deficit, both deteriorating public finances? As in this example, the lack of coordination can make the achievement of policy goals a strenuous process for both authorities. Making these interactions explicit, to guide and assist policy discussions is one of the aims of the model.

In order to evaluate dynamics and predictions of the proposed model, responses of endogenous variables to some exogenous shocks are studied and compared with the stylized facts presented in Section 2. The rest of the paper is organized as follows: Section 3 describes the model, Section 4 describes the estimation of the model, Section 5 describes the simulations and model dynamics and Section 6 contains some final remarks.

2. Empirical evidence

2.1 Stylized facts

In this section, some stylized facts of the main fiscal aggregates are briefly described using quarterly data. The sample is divided into two sub-samples of 7 years each, to identify short-term trends and detect the direction that these fiscal aggregates have taken in recent history,

especially to identify changes that might have arisen after the international financial crisis of 2007/2008.

Table 1 **Size of Government: Relative to GDP**

	2001-14	2001-07	2008-14
	<i>Shares of GDP (%)</i>		
Deficit	-2.09	-1.72	-2.47
Total revenue	12.02	12.51	11.53
Debt	22.66	21.66	23.67
– Domestic	9.19	7.19	11.18
– Foreign	13.47	14.47	12.48
Public Spending	14.11	14.23	13.99
– Expenditure	9.97	9.64	10.30
– Investment	4.14	4.59	3.70

Simple averages.

Table 1 summarizes information about the relative size of the government. It shows that fiscal deficit has fluctuated around 2 percent of GDP, which can be regarded as a sustainable level of fiscal deficit, nevertheless, it is important to notice that the average of fiscal deficit was 1.7% during the years preceding the international financial crisis, and increased to 2.5 percent of GDP (on average) after the crisis. The increase in public deficit has been attributed to fiscal measures implemented to counteract the negative effects of the crisis, faced by the Guatemalan economy in 2009. It has been argued that the government increased spending to alleviate the downturn, nonetheless, the same table shows that the cause of deterioration of public finances, more than a rise in public expenditure, is a reduction in tax revenue, not coming from a discretionary change in tax rates. Although government expenditure (or consumption) indeed went up, public investment decreased, making overall public spending decline. Therefore, the driver of the recent worsening of public finances is a reduction in tax revenue and not an increase in public spending.

Regarding public debt, it represents a 22.7 percent of GDP (on average for the last fourteen years) with a mild upward trend for the last seven years. Public debt has been mainly issued abroad, but in recent years, an increase in domestic debt has balanced the composition of total debt, which now

consists of 47% of domestic debt and 53% of foreign debt, approximately.

Table 2 **Government: Composition of revenue and expenditure**

	Sub-sample		
	2001-14	2001-07	2008-14
Tax revenue / Revenue	93.1	92.5	93.6
Non-tax revenue / Revenue	5.5	5.7	5.4
Deficit / Revenue	-17.6	-13.8	-21.5
Revenue/ Expenditure	85.3	88.0	82.5
Govt. consumption / Expenditure	70.7	67.8	73.6
Govt. Investment / Expenditure	29.3	32.2	26.4
Debt / Revenue	189.4	173.3	205.6
– Domestic	77.3	57.5	97.1
– Foreign	112.1	115.8	108.5

Percentages. Simple Averages.

Regarding the composition of government revenues and expenditures (see Table 2), notice that government revenues are mostly tax revenues, around 93 percent, which is something desirable since tax revenues tend to be more stable than other sources of public revenues. Total expenditure is comprised by 70.7% of government consumption and 29.3% of government investment, with a recent trend to reduce capital spending and increase government consumption, which could adversely affect growth prospects in the long-run. It is also important to notice that debt represents 189% of government revenues. The situation has worsened in the last seven years, as debt has come to represent 206% of total revenues (on average). This short-term trend and the level of debt is worrisome, since government's ability to repay depends on its revenues, and despite the fact that debt represents a low proportion of GDP, as a proportion of revenues, it has reached levels that could compromise the ability of the government to access resources through additional debt. Most of the new debt has been issued in domestic markets, *i.e.* domestic debt has experienced a significant increase; it accounted for 57.5% of total revenues (on average during the first seven years of the sample *i.e.* 2001 to 2007) and became 97.1%, on average during the last seven years, implying a 68.8% increase (in the debt-to-revenue ratio). The fact that the expansion of debt has taken place in domestic financial markets, could be crowding out private investment, and could exert upward pressure on domestic interest rates.

2.2 Government spending shocks

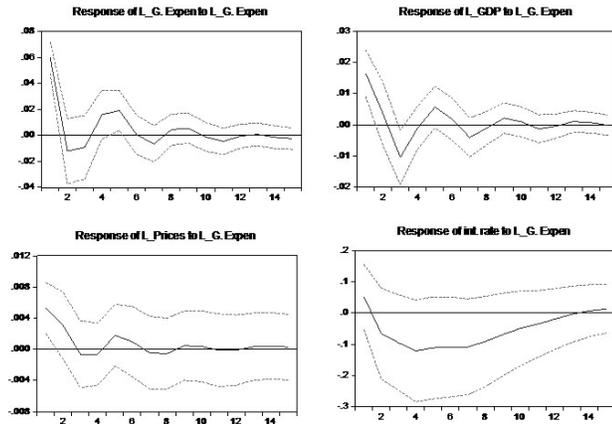


Figure 1: Government spending shock (var. in logs)

In this section, the effects of government spending shocks are documented. In order to identify the spending shocks, I use a recursive approach based on the Choleski decomposition, using the following order for a five-variable VAR: tax revenue (τ), government expenditure (g), output (y), inflation (π) and the policy interest rate (i). With this ordering, we are assuming that fiscal variables (τ and g) do not react contemporaneously to the other variables (y , π and i). For example, the policy rate could react contemporaneously to inflation and output, but these two will not react (contemporaneously) to changes in the policy rate, which is reasonable because we know that the effects of changes in monetary policy usually come with a lag. When using quarterly data, this identification scheme can be very useful, since public expenditures and taxes are set annually, at the beginning of the period when government budget is approved. Therefore, variables like quarterly output, inflation or the policy rate cannot influence contemporaneously public spending or tax rates, since changes to government budget requires approval from congress and that process usually takes longer than a quarter. This timing helps to attenuate the dual (or reverse) causality problem, and helps to isolate the effects of a fiscal shock.

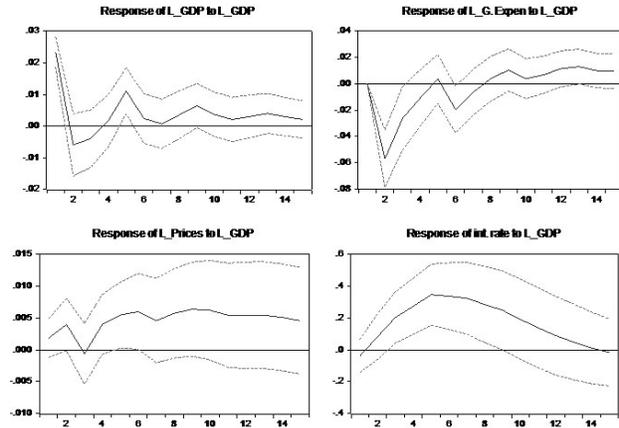


Figure 2: Shock to GDP

Following Christiano et al. (2005), the series entering the VAR are in logs and in levels³. After running the VAR with the ordering aforementioned, the dynamic responses suggest that an increase in public spending of about one percent produces a positive response of output, which increases about 1.6 percent on impact, implying that government expenditure has an expansionary effect over the economy. Prices also increase as well as the policy interest rate, but the latter does it only if we observe the point estimate; since according to the two-standard-deviation interval, the response of the interest rate is not different from zero (see Figure 1). Public spending decreases in response to a positive shock to output (see Figure 2), which suggests that it might be possible that the government has implemented a counter-cyclical fiscal policy (at least in some episodes). In the same figure, it is possible to observe that monetary authorities have reacted by increasing the policy interest rate, when facing a positive shock to output, but apparently, the reaction has come with a lag. Finally, I substitute GDP for private consumption in the five-variable VAR. Private Consumption increases with the shock, which is consistent with the theoretical predictions of some models of the new-Keynesian approach (see Figure 3).⁴

³ Since the five years averages included in the VAR are I(1) (see unit root tests in Table 6 on appendix), I checked the stationary conditions of the system, verifying that all eigenvalues lay outside the unit-circle, which is a necessary and sufficient condition for system stability (see Figure B.1, where the reciprocal of all eigenvalues are depicted). Despite the transformation of variables obscures the interpretation of results, and economic theory is written for variables in levels, as a robustness check, I ran the VAR with variables in first differences, and also a VAR with detrended series using the HP filter, finding similar qualitative results but losing statistical significance.

⁴ In all cases, only the responses of four variables are shown, because responses of tax revenues appear to be statistically non-significant, thus, they were omitted in sake of space.

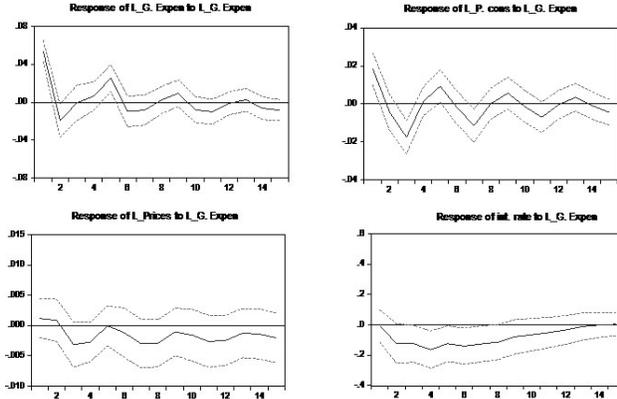


Figure 3 Government spending shock: Including private consumption

3. The model

The model proposed in this paper, is comprised by households that supply labor services and rent capital to firms producing an intermediate good. They consume and invest domestic and foreign goods, buy domestic assets and take foreign debt. Foreign interest rate is a function of the aggregate level of foreign debt, implying that the economy faces an upward sloping supply curve of foreign funds. A final good is produced by firms operating in a perfectly competitive market. They assemble differentiated varieties to produce the home (or domestic) good. Firms producing the intermediate good, operate in a monopolistic competitive market, they choose levels of capital and labor to be employed, as well as the price they will charge for their particular variety. When firms decide to change their prices, they face some adjustment costs *à la* Rotemberg (1982), which introduces nominal price rigidities into the model. A monetary authority sets a short-term interest rate –the policy rate- according to a Taylor-type rule. The model also includes a central government that carry on both unproductive spending and public investment, which are financed by issuing debt (domestic and foreign) and charging taxes to capital rent, labor income and consumption. Public investment will enter in the private production function as a positive externality. Taxes are governed by simple fiscal rules that can act as automatic stabilizers for output and debt. Finally, the model considers imports and exports of goods and the artificial economy is subject to several exogenous shocks.

3.1 Households

The economy is inhabited by infinitely lived households, who obtain utility from consumption of a composite good $-c_t-$ and disutility from time spent working $-n_t-$. Households seek to maximize the expected value of their lifetime utility function: $E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, n_t)$, where $\beta \in (0, 1)$ is the usual subjective discount factor and $U(c_t, n_t)$ is utility in period t , given by

$$U(c_t, n_t) = \left[\frac{1}{1-\sigma} \left(c_t - \chi \frac{n_t^{1+\gamma}}{1+\gamma} \right)^{1-\sigma} \right] \cdot \zeta_t^{\epsilon}$$

where c_t is a composite consumption good of both, domestic and foreign goods, n_t are labor hours supplied by households. The parameter χ is a weight that adjusts the amount of labor hours offered in steady state, γ is the inverse of the Frisch elasticity, ζ_t^{ϵ} is a demand shock and σ is the intertemporal elasticity of substitution⁵

Households own production inputs (*i.e.* labor n_t and capital k_t) which they offer to firms producing the intermediate good, in exchange for labor wages: w_t and a real rent for capital: r_t^k . Both sources of income will be taxed in every period at rate τ_t^l and τ_t^k respectively. Households will also receive the returns of their investments in domestic public bonds, which yield a nominal interest rate i_t . Households take loans from abroad $-B_t^*$ – at a cost: i_t^* and buy consumption goods at the price p_t^c . They also invest $-x_t$ – at the price p_t^x . Household's consumption is subject to tax payments at a rate τ_t^c . Both consumption and investment bundles chosen by households are comprised by domestic and foreign goods.

The budget constraint faced by households can be described in nominal terms as follow:

$$p_t^c (1 - \tau_t^c) r_t^k k_{t-1} + (1 - \tau_t^l) w_t n_t p_t^c + (1 + i_{t-1}) B_{t-1} + p_t^c \xi_t^h + p_t^c \xi_t^f + s_t B_t^* = (1 + \tau_t^c) c_t p_t^c + p_t^c x_t + B_t + s_t B_{t-1}^* (1 + i_{t-1}^*)$$

Let $B_t = p_t^c b_t$ and $(1 + \pi_t^c) = \frac{p_t^c}{p_{t-1}^c}$ then the budget constraints in real terms is given by,

$$(1 - \tau_t^k) r_t^k k_{t-1} + (1 - \tau_t^l) w_t n_t + \frac{(1 + i_{t-1})}{(1 + \pi_t^c)} b_{t-1} + \xi_t^h + \xi_t^f + \frac{s_t p_t^c}{p_t^c} b_t^* = (1 + \tau_t^c) c_t + \frac{p_t^c}{p_t^c} x_t + b_t + \frac{s_t p_t^c}{p_t^c} b_{t-1}^* \frac{(1 + i_{t-1}^*)}{(1 + \pi_t^*)} \quad (3.1)$$

⁵ These are the kind of preferences introduced in the literature by Greenwood et al. (1988), which allows for an arbitrarily weak wealth effect on labor supply. Together with price rigidities, this characteristic generates a positive response of consumption and the real wage to a positive government spending shock, as shown in Monacelli and Perrotti (2008).

Households solve the following maximization problem,

$$\max_{\{c_t, n_t, b_t, b_t^*, k_t, x_t\}} \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{1}{1-\sigma} \left(c_t - \chi \frac{n_t^{1+\gamma}}{1+\gamma} \right)^{1-\sigma} \right] \cdot \zeta_t^c$$

s.t.

$$(1 - \tau_t^k) r_t^k k_{t-1} + (1 - \tau_t^l) w_t n_t + \frac{(1 + i_{t-1})}{(1 + \pi_t^c)} b_{t-1} + \xi_t^h + \xi_t^f + \frac{s_t p_t^*}{p_t^c} b_t^* \\ = (1 + \tau_t^c) c_t + \frac{p_t^x}{p_t^c} x_t + b_t + \frac{s_t p_t^*}{p_t^c} b_{t-1}^* \frac{(1 + i_{t-1})}{(1 + \pi_t^c)}$$

and

$$k_t = x_t (1 - ss_t(\cdot)) + (1 - \delta) k_{t-1}$$

Where $ss_t(\cdot)$ is a function representing the costs of adjusting the capital stock (which is increasing in x_t) and δ is the depreciation rate of capital. Let $ss_t(\frac{x_t}{x_{t-1}})$ be

$$ss_t(\frac{x_t}{x_{t-1}}) = \frac{1}{2} \left(e^{\left(\sqrt{a} \left(\frac{x_t}{x_{t-1}} - 1 \right) \right)} + e^{\left(-\sqrt{a} \left(\frac{x_t}{x_{t-1}} - 1 \right) \right)} - 2 \right)$$

Solving the maximization problem, we get the following first order conditions,

$$\frac{\partial}{\partial c_t} : \frac{\partial U}{\partial c_t} = \lambda_t (1 + \tau_t^c) \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial}{\partial n_t} : - \frac{\partial U}{\partial n_t} = \lambda_t (1 - \tau_t^l) \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial}{\partial b_t} : \lambda_t = \beta \lambda_{t+1} \frac{(1 + i_t)}{1 + \pi_{t+1}^c} \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial}{\partial b_t^*} : \lambda_t = \beta \lambda_{t+1} \frac{s_{t+1} \left(\frac{p_{t+1}^*}{p_{t+1}^c} \right) (1 + i_t^*)}{s_t \left(\frac{p_t^*}{p_t^c} \right) (1 + \pi_{t+1}^*)} \quad (3.5)$$

$$\frac{\partial}{\partial k_t} : q_t = \frac{\beta \lambda_{t+1}}{\lambda_t} [(1 - \tau_{t+1}^k) r_{t+1}^k + q_{t+1} (1 - \delta)] \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial}{\partial k_t} : q_t \left[1 - x_t \left(\frac{\partial ss_t}{\partial x_t} \right) - ss_t(\cdot) \right] + \frac{\beta \lambda_{t+1}}{\lambda_t} q_{t+1} \left(\frac{\partial ss_{t+1}}{\partial x_t} \right) x_{t+1} = \frac{p_t^x}{p_t^c} \quad (3.7)$$

3.1.1 Investment and consumption bundles

In a second stage, households will choose the composition of the consumption and investment bundles, choosing between home goods (c_t^h, x_t^h) and foreign goods (c_t^f, x_t^f) . It will always be optimal to purchase the combination of individual goods that minimizes the expenditure needed in

order to achieve the chosen level of the composite good; hence, households will minimize the expenditure function:

$$\min_{\{c_t^h, c_t^f\}} p_t^h c_t^h + p_t^f c_t^f$$

s.t. (the transformation function)

$$c_t = \left[(1 - \alpha_c) \frac{1}{\eta_c} (c_t^h)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} + \alpha_c \frac{1}{\eta_c} (c_t^f)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} \right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c - 1}}$$

where p_t^h is the price of domestic goods, p_t^f is the price of foreign goods, η_c is the elasticity of substitution between home and foreign goods and α_c is the participation of foreign consumption in total consumption.

Solving the minimization problem renders the usual demand functions:

$$c_t^h = (1 - \alpha_c) \left(\frac{p_t^h}{p_t^c} \right)^{-\eta_c} c_t \quad (3.8)$$

$$c_t^f = (\alpha_c) \left(\frac{p_t^f}{p_t^c} \right)^{-\eta_c} c_t \quad (3.9)$$

where p_t^c is the aggregate price of a unit of the composite good c_t , given by:⁶

$$p_t^c = \left[(1 - \alpha_c) (p_t^h)^{1 - \eta_c} + \alpha_c (p_t^f)^{1 - \eta_c} \right]^{\frac{1}{1 - \eta_c}}$$

A similar expenditure minimization problem is solved for investment goods:

$$\min_{\{x_t^h, x_t^f\}} p_t^h x_t^h + p_t^f x_t^f$$

s.t.

$$x_t = \left[(1 - \alpha_x) \frac{1}{\eta_x} (x_t^h)^{\frac{\eta_x - 1}{\eta_x}} + \alpha_x \frac{1}{\eta_x} (x_t^f)^{\frac{\eta_x - 1}{\eta_x}} \right]^{\frac{\eta_x}{\eta_x - 1}}$$

where η_x is the elasticity of substitution between home and foreign goods and α_x is the participation of foreign investment. Again, the minimization problem yields the usual demand functions,

$$x_t^h = (1 - \alpha_x) \left(\frac{p_t^h}{p_t^x} \right)^{-\eta_x} x_t \quad (3.10)$$

$$x_t^f = (\alpha_x) \left(\frac{p_t^f}{p_t^x} \right)^{-\eta_x} x_t \quad (3.11)$$

⁶ Which is derived by substituting demand back into the transformation function c_t .

and p_t^x is given by,

$$p_t^x = \left[(1 - \alpha_x)(p_t^h)^{1-\eta_x} + \alpha_x (p_t^f)^{1-\eta_x} \right]^{\frac{1}{1-\eta_x}}$$

3.2 Firms: Domestic good production

3.2.1 Final good production

Firms producing the final good seek to maximize profits, by choosing an optimal amount of intermediate inputs. Thus, firms maximize,

$$\max_{\{y_{jt}\}} p_t^h y_t^d - \int_0^1 p_{jt} y_{jt} dj$$

where y_t^d is the total production of final goods, p_{jt} is the price of each input (different varieties of the intermediate good) and y_{jt} is the demand for input j .

Firms will produce the final good using the same technology described by,

$$y_t^d = \left(\int_0^1 y_{jt}^{\frac{\varepsilon_d - 1}{\varepsilon_d}} dj \right)^{\frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_d - 1}} \quad (3.12)$$

where ε_d governs the elasticity of substitution among differentiated inputs. Solving the maximization problem,

$$\max_{\{y_{jt}\}} p_t^h \left(\int_0^1 y_{jt}^{\frac{\varepsilon_d - 1}{\varepsilon_d}} dj \right)^{\frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_d - 1}} - \int_0^1 p_{jt} y_{jt} dj$$

we get the usual demand schedule for variety j :

$$y_{jt} = \left(\frac{p_{jt}}{p_t^h} \right)^{-\varepsilon_d} y_t^d \quad (3.13)$$

replacing eq.(3.13) back into eq.(3.12), we get the following expression for the price level of domestic goods:

$$p_t^h = \left(\int_0^1 p_{jt}^{1-\varepsilon_d} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_d}}$$

Assuming a symmetric equilibrium where $p_{jt} = p_t \nabla j$ and by integrating eq.(3.13) with respect to j , we get the equilibrium condition for the intermediate goods market:

$$y_t^{hs} = y_t^{hd}$$

3.2.2 Intermediate good production

Firms producing the intermediate good, maximize profits

subject to three constraints. The first is the production function summarizing the available technology. For this model, intermediate output of firm j is a function of labor input n_{jt} , installed capital k_{jt-1} , an aggregate productivity disturbance z_t and, installed public capital k_{t-1}^g which enters the production function as an externality,

$$y_{jt}^{hs} = z_t k_{jt-1}^\alpha n_{jt}^{\alpha_n} r m_t^{(1-\alpha-\alpha_n)} (k_{t-1}^g)^{\alpha_g}$$

where constant returns to scale are assumed.

As Aschauer (1990) and Munnell and Cook (1990) showed, additional spending by governments for nondefense capital goods apparently have a positive effect on private productivity and, hence, on output. Munnell, A. formerly of the Federal Reserve Bank of Boston, concluded that “*the evidence seems overwhelming that public capital has a positive impact on private output, investment, and employment*”. Thus, following these authors, we introduce public capital, as an externality enhancing private productivity. It is relevant from the standpoint of view of the central bank since shock to consumption expenditure could have different effects over aggregate demand than shocks to public investment, and therefore, each shock may require a different response from the monetary authority.

The second constraint is the demand curve each firm faces, given by eq. (3.13). The third constraint is that all firms face a cost when adjusting their prices. The specific model of price stickiness we will use is due to Rotemberg (1982). Each period, any firm j that adjusts its price will need to pay the quadratic cost given by,

$$Y_{jt}^h = \frac{\kappa}{2} \left(\frac{p_{jt}^h}{p_{jt-1}^h \Pi_{t-1}^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} - 1 \right)^2 \quad (3.15)$$

This cost is scaled by the domestic goods price level $-p_t^h-$ and it is a function of the price chosen by firm j at period $t-1$ and a geometric average between past inflation $-\Pi_{t-1}-$ and the inflation target $-\bar{\Pi}-$.⁷ The parameter κ is related to the degree of nominal rigidity; a larger κ implies a greater cost and less price adjustment. Firms know that profits at date $t+1$ are affected by the choice of price at time t , which makes the pricing decision a dynamic one, thus, they maximize the expected discounted value of the difference between revenues from sales and the sum of production costs and the cost of changing prices. Before analyzing firm’s pricing decision, consider its cost minimization problem, which involves minimizing

⁷ $\Pi = (1 + \pi)$ in both cases.

$\omega_t n_{jt} + r_t^k k_{jt-1} + p_t^{rm} r m_t$ subject to producing y_{jt}^h , given by eq.(3.14). This problem can be written, in real terms, as

$$\min_{\{n_{jt}, k_{jt-1}\}} \omega_t n_{jt} + r_t^k k_{jt-1} + p_t^{rm} r m_t + \varphi_t (y_{jt}^h - z_t k_{jt-1}^\alpha n_{jt}^{\alpha_n} r m_t^{(1-\alpha-\alpha_n)} (k_{t-1}^g)^{\alpha_g})^{\alpha_g}$$

where φ_t is the firm's real marginal cost, $r m_t$ are imported raw materials and p_t^{rm} is a relative price with perfect pass-through. The first order conditions imply,

$$\omega_t = \varphi_t \alpha_n \frac{y_{jt}^h}{n_{jt}} \quad (3.16)$$

$$r_t^k = \varphi_t \alpha \frac{y_{jt}^h}{k_{it-1}} \quad (3.17)$$

$$p_t^{rm} = \varphi_t (1 - \alpha - \alpha_n) \frac{y_{jt}^h}{r m_{jt-1}} \quad (3.18)$$

Then, firm's pricing decision problem involves picking p_{jt}^h to maximize,

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i \lambda_{t+i}}{\lambda_t} \left[\left(\frac{p_{jt}^h}{p_{t+i}^c} - \varphi_{t+i} \right) y_{t+i}^h - \frac{p_{t+i}^h}{p_{t+i}^c} \cdot \gamma_{t+i}^h \cdot y_{t+i}^d \right] \quad (3.19)$$

After substituting eq. (3.13) and eq. (3.15) into eq. (3.19), the maximization problem of this firm can be stated as,

$$\max_{\{p_{jt}^h\}} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i \lambda_{t+i}}{\lambda_t} \cdot y_{t+i}^d \cdot \left[\begin{array}{c} \left(\frac{p_{jt}^h}{p_{t+i}^c} \right)^{1-\varepsilon_d} \left(\frac{p_{t+i}^h}{p_{t+i}^c} \right) - \varphi_{t+i} \left(\frac{p_{jt}^h}{p_{t+i}^c} \right)^{-\varepsilon_d} \dots \\ \dots - \frac{p_{jt}^h}{p_{t+i}^c} \cdot \frac{\kappa}{2} \left(\frac{p_{jt}^h}{p_{t-1+i}^h (\Pi_{t-1+i}^h)^{\chi_p} (\bar{\Pi})^{1-\chi_p}} - 1 \right)^2 \end{array} \right]$$

Solving this optimization problem, we get the following first order condition (equated to zero) and for a symmetric equilibrium, in which $p_{jt}^h = p_t^h \forall j$ and $\forall t$,

$$y_t^d \left[(1 - \varepsilon_d) + \varepsilon_d \varphi_t \left(\frac{p_t^h}{p_t^c} \right)^{-1} - \kappa \left(\frac{\Pi_t^h}{\Pi_{t-1}^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} - 1 \right) \left(\frac{\Pi_t^h}{\Pi_{t-1}^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} \right) \right] \dots$$

$$\dots + \frac{\beta^i \lambda_{t+i}}{\lambda_t} \frac{y_{t+i}^d}{\Pi_{t+1}^c} \kappa \left(\frac{\Pi_{t+1}^h}{\Pi_t^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} - 1 \right) \left(\frac{\Pi_{t+1}^h}{\Pi_t^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} \right)^2$$

The benefits of firms producing the intermediate good, are given by,

$$\xi_t^h = \left[\frac{p_t^h}{p_t^c} - \varphi_t - \frac{p_t^h}{p_t^c} \frac{\kappa}{2} \left(\frac{\Pi_t^h}{\Pi_{t-1}^{\chi_p} \bar{\Pi}^{(1-\chi_p)}} - 1 \right)^2 \right] \cdot y_t^h$$

3.3 Firms: imported good

There are two firms in the process of distribution of the imported good. The first ones are the importers, which are firms that buy a homogeneous good in the global market. Having monopolistic power, they differentiate the homogeneous good acquired abroad, and produce different varieties for the local market. Before these foreign goods can be used domestically, a local distribution firm will buy all these different varieties from the importers, to repack and sell them in the domestic competitive market. This will be a homogeneous imported good, useful for consumption and investment.

3.3.1 Distributor

This firm chooses optimal quantities of the different imported varieties, y_{it}^f , bought at price p_{it}^f , from firms indexed by $i \in [0, 1]$ and repackages those goods to produce a final imported good— y_t^f . This good is useful for consumption and investment, and it is traded in a competitive market and sold at price p_t^f . The distributor seeks to maximize profits, and it is assumed that the production technology is simply the Dixit-Stiglitz aggregator. Therefore, the profit maximization problem for this type of firm is,

$$\max_{\{y_{it}^f\}} p_t^f y_t^f - \int_0^1 p_{it}^f \cdot y_{it}^f dt$$

$$s. t. y_t^f = \left(\int_0^1 y_{it}^f \frac{\varepsilon_f - 1}{\varepsilon_f} dt \right)^{\frac{\varepsilon_f}{\varepsilon_f - 1}}$$

The solution to this optimization problem renders the usual demand function for each variety i ,

$$y_{it}^f = \left(\frac{p_{it}^f}{p_t^f} \right)^{-\varepsilon_f} \cdot y_t^f \quad (3.20)$$

where the appropriate imported good price index, is given by,

$$p_t^f = \left(\int_0^1 p_{it}^{1-\varepsilon_f} dt \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_f}}$$

3.3.2 Importers

The law of one price is satisfied for the homogeneous good in the global market. Therefore the average marginal cost for importers is given by $MC_t^f = s_t p_t^{f*}$ in nominal terms, i.e. the cost in domestic currency of acquiring one unit of

the homogeneous good in the global market. Nevertheless, importers have the ability to differentiate this initially homogeneous good, and therefore, they have some market power over the variety they sell in the domestic market to distributors. Import firms will maximize their profits by choosing the optimal price they will charge for their particular variety, subject to the demand function generated by the distributors *i.e.* eq. (3.20). Similar to the case of domestic firms producing the intermediate good, importers will face quadratic costs when changing their prices. This nominal rigidity, in conjunction with the monopolistic power of importers, allows the model to deviate from the law of one price.

Again, following Rotemberg (1982), the quadratic price adjustment cost, will be given by,

$$Y_{it}^f = \frac{\kappa_f}{2} \left(\frac{p_{it}^h}{p_{it-1}^f (\Pi_{t-1}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right)^2$$

Therefore, the maximization problem of importers can be summarized as follows,

$$\max_{\{p_{it}^f\}} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i \lambda_{t+i}}{\lambda_t} \left[\left(\frac{p_{it}^f}{p_{t+i}^c} - \frac{s_{t+i} p_{t+i}^{f*}}{p_{t+i}^c} \right) y_{it+i} - \frac{p_{t+i}^f}{p_{t+i}^c} \cdot Y_{t+i}^f \cdot y_{t+i}^f \right]$$

$$s. t. y_{it}^f = \left(\frac{p_{it}^f}{p_{it}^c} \right)^{-\varepsilon_f} \cdot y_t^f$$

$$Y_{it}^f = \frac{\kappa_f}{2} \left(\frac{p_{it}^h}{p_{it-1}^f (\Pi_{t-1}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right)^2$$

Substituting the constraints,

$$\max_{\{p_{it}^f\}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i \lambda_{t+i}}{\lambda_t} \frac{y_{t+i}^f \cdot p_{t+i}^f}{p_{t+i}^c} \left[\left(\frac{p_{it}^f}{p_{t+i}^c} \right)^{1-\varepsilon_f} - \frac{s_{t+i} p_{t+i}^{f*}}{p_{t+i}^c} \left(\frac{p_{it}^f}{p_{t+i}^c} \right)^{-\varepsilon_f} \dots \right. \\ \left. \dots - \frac{\kappa_f}{2} \left(\frac{p_{it}^h}{p_{it-1+i}^f (\Pi_{t-1+i}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right)^2 \right]$$

and solving this optimization problem, we get the following first order condition (equated to zero) for a symmetric equilibrium, *i.e.* $p_{it}^f = p_t^f$ for all t ,

$$(1 - \varepsilon_f) y_t^f + \varepsilon_f \frac{s_t p_t^{f*}}{p_t^c} y_t^f - \kappa_f \left(\frac{p_t^f}{(\Pi_{t-1}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{p_t^f}{(\Pi_{t-1}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} \right) \cdot y_t^f + \dots$$

$$\dots \frac{\beta \lambda_{t+1}}{\lambda_t} \cdot \frac{y_{t+1}^f}{\Pi_{t+1}^c} \kappa_f \left(\frac{\Pi_{t+1}^f}{(\Pi_t^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right) \left(\frac{(\Pi_{t+1}^f)^2}{(\Pi_t^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} \right)$$

Profits will be given by,

$$\xi_t^f = \left(\frac{p_t^f}{p_t^c} - \frac{s_t p_t^{f*}}{p_t^c} - \frac{p_t^f}{p_t^c} \cdot \frac{\kappa_f}{2} \left(\frac{\Pi_t^f}{(\Pi_{t-1}^f)^{\chi_f} (\bar{\Pi})^{1-\chi_f}} - 1 \right)^2 \right) \cdot y_t^f$$

3.4 Monetary policy

Monetary policy will follow a standard Taylor-rule described as,

$$1 + i_t = (1 + i_{t-1})^{\rho_i} \left((1 + \bar{i}) \left(\frac{1 + \pi_{t+1}}{1 + \bar{\pi}} \right)^{\rho_\pi} \right)^{1-\rho_i} \cdot \varepsilon_t^{z_i}$$

3.5 Government and fiscal policy

Government will carry on both, unproductive spending $-g_t^c$ and public investment $-g_t^x$.⁸ These activities will be financed by issuing bonds (b): bd_t in domestic markets and bg_t^* in foreign markets. Government will also collect taxes $-Tax_t$ on consumption, labor income and capital rent. The government budget identity will be given by,

$$Tax_t + bg_t = g_t + \frac{(1 + i_{t-1})}{1 + \pi_t^c} b_{t-1} + \frac{s_t p_t^*}{p_t^c} bg_{t-1}^* \frac{(1 + i_{t-1}^*)}{1 + \pi_t^*}$$

where $g_t = g_t^c = g_t^x$, and total tax collection is given by,

$$Tax_t = T_t^c + T_t^k + T_t^l$$

where,

$$T_t^c = \tau_t^c c_t; T_t^k = \tau_t^k r_t^k k_{t-1} \text{ and } T_t^l = \tau_t^l w_t^k n_t$$

are government receipts for consumption, capital's rent and labor income taxes, respectively. Public debt is given by,

$$bg_t = b_t + \frac{s_t p_t^*}{p_t^c} bg_t^*$$

where domestic debt $-b_t-$ is determined by households demand, and foreign debt is determined in the following equation,

$$bg_t^{*,sh} = \frac{s_t p_t^* bg_t^*}{p_t^c bg_t}$$

where the share of foreign debt $bg_t^{*,sh}$ is assumed exogenous.

⁸ We are not solving any optimization problem for the government's decision between unproductive spending and investment, therefore the dynamics of unproductive spending are assumed to be exogenous, and public investment will be a residual. This seems to be the case in Guatemala, where adjustments in public spending are usually engineered by adjusting public investment, as it appears to be twice as volatile as current spending and almost three times as volatile the last seven years.

Government investment will determine the stock of public capital that enters as an externality in the domestic good production function. Therefore, the law of motion for public capital is be given by,

$$k_t^g = \zeta g_t^k + (1 - \delta)k_{t-1}^g$$

where $\zeta \in (0, 1)$ represents inefficient public investment, accounting for corruption losses.

3.5.1 Fiscal rules

The proposed rules have two characteristics, they are automatic output stabilizers around its steady state $-\bar{y}$ - and they also respond to deviations of government debt with respect to a steady state value $-\bar{b}$.

3.5.2 Government expenditure rule

$$g_{s_t} = \bar{g} \left(\frac{y_t}{\bar{y}} \right)^{-\psi_g} \left(\frac{b_{t-1}}{\bar{b}} \right) \cdot \exp(z_t^g) \quad (3.21)$$

Where $g_{s_t} = g_t/y_t$ is government expenditure as a share of GDP.

3.5.3 Tax rate over capital rent

$$\tau_t^k = \bar{\tau}^k \left(\frac{y_t}{\bar{y}} \right)^{-\psi_{\tau^k}} \left(\frac{b_{t-1}}{\bar{b}} \right)^{\gamma_{\tau^k}} \cdot \exp(z_t^{\tau^k}) \quad (3.22)$$

3.5.4 Tax rate over labor income

$$\tau_t^l = \bar{\tau}^l \left(\frac{y_t}{\bar{y}} \right)^{-\psi_{\tau^l}} \left(\frac{b_{t-1}}{\bar{b}} \right)^{\gamma_{\tau^l}} \cdot \exp(z_t^{\tau^l}) \quad (3.23)$$

3.5.5 Tax rate over consumption

$$\tau_t^c = \bar{\tau}^c \left(\frac{y_t}{\bar{y}} \right)^{-\psi_{\tau^c}} \left(\frac{b_{t-1}}{\bar{b}} \right)^{\gamma_{\tau^c}} \cdot \exp(z_t^{\tau^c}) \quad (3.24)$$

3.6 Foreign economy

Foreign consumption of domestic good is assumed to be exogenous, but it is influenced by the real exchange rate and the relative price between domestic goods and foreign aggregate consumption $-c_t^*$,

$$c_t^{h*} = \left(\frac{p_t^h}{p_t^c} \left(\frac{s_t p_t^*}{p_t^c} \right)^{-1} \right)^{-\mu} c_t^*$$

To make foreign indebtedness revert to trend, the model assumes that sovereign borrowers face an upward sloping supply curve of foreign funds. This upward-sloping portion of the supply curve reflects the fact that, as the level of the

debt increases, the perceived probability of default also rises. Thus, the following equation is included:

$$i_t^* = \bar{i}^* \cdot \exp(z_t^{i^*}) + \phi_b \cdot [e^{(nfl_t - n\bar{f}l)} - 1]$$

where net foreign liabilities $-nfl_t$ are given by,

$$nfl_t = b_t^* + bg_t^*$$

3.7 Equilibrium equations and relative prices

3.7.1 Equilibrium in domestic good market requires:

$$y_{jt}^s = y_{jt}^d; \forall j$$

$$\int_0^1 y_{jt}^d dj = y_t^{hs}$$

$$y_t^{hd} = c_t^h + c_t^{h*} + x_t^h + g_t \quad (3.25)$$

$$y_t^{hs} = y_t^{hd} = y_t^h \quad (3.26)$$

3.7.2 Relative prices

$$\frac{p_t^h}{p_t^x} = \frac{p_t^h}{p_t^c} \left(\frac{p_t^x}{p_t^c} \right)^{-1}$$

$$\frac{p_t^f}{p_t^x} = \frac{p_t^f}{p_t^c} \left(\frac{p_t^x}{p_t^c} \right)^{-1}$$

$$\frac{1 + \pi_t^h}{1 + \pi_t^c} = \frac{p_t^h}{p_{t-1}^h} \frac{p_{t-1}^c}{p_t^c}$$

$$\frac{1 + \pi_t^f}{1 + \pi_t^c} = \frac{p_t^f}{p_{t-1}^f} \frac{p_{t-1}^c}{p_t^c}$$

$$\frac{p_t^f}{p_t^c} = \frac{s_t p_t^*}{p_t^c} \frac{p_t^{f*}}{p_t^*}$$

3.8 Exogenous shocks

The model includes eleven exogenous shocks, used for simulation. All shocks are assumed to follow an auto regressive process of order one:

A shock to total factor productivity:

$$\ln z_t = (1 - \rho_z) \ln \bar{z} + \rho_z \ln z_{t-1} + \varepsilon_t^z \quad (3.27)$$

Demand shock:

$$\ln \zeta_t^c = (1 - \rho_{\zeta^c}) \ln \bar{\zeta}^c + \rho_{\zeta^c} \ln \zeta_{t-1}^c + \varepsilon_t^{\zeta^c} \quad (3.28)$$

Foreign economy shocks:

$$\ln z_t^{i*} = \rho_{z^i} \ln z_{t-1}^{i*} + \varepsilon_t^{z^i}$$

$$\ln c_t^* = (1 - \rho_{c^*}) \ln \bar{c}^* + \rho_{c^*} \ln c_{t-1}^* + \varepsilon_t^{c^*} \quad (3.29)$$

$$\ln p_t^{f*} = (1 - \rho_{p^{f*}}) \ln \bar{p}^{f*} + \rho_{p^{f*}} \ln p_{t-1}^{f*} + \varepsilon_t^{p^{f*}}$$

$$\ln \pi_t^* = (1 - \rho_{\pi^*}) \ln \bar{\pi}^* + \rho_{\pi^*} \ln \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi^*}$$

Fiscal policy shocks:

$$\ln z_t^{\tau^c} = \rho_{z^{\tau^c}} \ln z_{t-1}^{\tau^c} + \varepsilon_t^{\tau^c}$$

$$\ln z_t^{\tau^l} = \rho_{z^{\tau^l}} \ln z_{t-1}^{\tau^l} + \varepsilon_t^{\tau^l}$$

$$\ln z_t^{\tau^k} = \rho_{z^{\tau^k}} \ln z_{t-1}^{\tau^k} + \varepsilon_t^{\tau^k}$$

$$\ln z_t^y = \rho_{z^y} \ln z_{t-1}^y + \varepsilon_t^y \quad (3.30)$$

$$\ln z_t^{gk} = \rho_{z^{gk}} \ln z_{t-1}^{gk} + \varepsilon_t^{gk}$$

$$bg_t^{*,sh} = (1 - \rho_{bg^{*,sh}}) bg^{\bar{*,sh}} + \rho_{bg^{*,sh}} bg_{t-1}^{*,sh} + \varepsilon_t^{b^{*,sh}}$$

$$g_t^{c,sh} = (1 - \rho_{g^{c,sh}}) g^{\bar{c,sh}} + \rho_{g^{c,sh}} g_{t-1}^{c,sh} + \varepsilon_t^{g^{c,sh}}$$

4. Bayesian estimation

Bayesian estimation was performed using Dynare⁹ and thirteen years of quarterly data. The sample runs from 2001:Q1 to 2014:Q4. Five parallel chains and two hundred thousand replications of the Metropolis-Hasting algorithm were performed. Posterior means were taken as parameter values. Results of the estimation are summarized in Tables 3, 4, and 5.

Priors and Posteriors Bayesian Estimates						
Parameter	Prior	Prior Mean	Post. Mean	10%	90%	SD
$\rho_{z^{\tau^l}}$	Beta	0.650	0.6531	0.4183	0.8907	0.150
$\rho_{z^{\tau^k}}$	Beta	0.650	0.7247	0.4789	0.9980	0.150
$\rho_{z^{\tau^c}}$	Beta	0.500	0.4726	0.2497	0.6927	0.150
ρ_z	Beta	0.750	0.8924	0.8316	0.9445	0.150
ρ_{z^g}	Beta	0.750	0.8959	0.7642	0.998	0.150
ρ_{cs}	Beta	0.650	0.8959	0.6365	0.9284	0.150
$\rho_{z^{i*}}$	Beta	0.650	0.9547	0.9264	0.9800	0.150
$\rho_{p^{f*}}$	Beta	0.650	0.9995	0.9991	0.9998	0.150
ρ_{π^*}	Beta	0.650	0.8965	0.8626	0.92.86	0.150

Table 3 Auto-regressive coefficients

<> See Adjemian et al. (2011)

Priors and Posteriors Bayesian Estimates

Parameter	Prior	Prior Mean	Post. Mean	10%	90%	SD
ϕ_b	Gamma	0.002	0.0025	0.0015	0.0035	0.0006
γ_c	InvG	1.125	1.1200	0.3904	1.9469	1
γ_p	Beta	0.200	0.2416	0.1338	0.3365	0.0600
κ	Gamma	20.15	25.637	25.527	25.764	5
ε_d	InvG	2.460	2.7041	14122	3.8980	1
σ_r	InvG	2	1.4416	0.7649	2.1241	1
γ_w	InvG	2.8	1.7791	1.1243	2.4782	1
ρ_x	Gamma	1.920	1.1079	0.10789	0.1345	0.25
α	Beta	0.280	2.258	0.2745	0.2959	0.006
η_c	InvG	1.511	1.5628	1.1404	1.8424	1
η_x	InvG	3.108	3.4826	2.012	4.5035	1
μ	InvG	1.130	0.8651	0.4859	1.1774	1
γ_r^k	Beta	0.400	0.04020	0.03176	0.4781	0.05
γ_l	Beta	0.400	0.04002	0.03224	0.4857	0.05
γ_c	Beta	0.400	0.03908	0.03131	0.4698	0.05

Table 4 Structural Parameters

Priors and Posteriors Bayesian Estimates

Parameter	Prior	Prior Mean	Post. Mean	10%	90%	SD
ε_t^z	InvG	0.150	0.0531	0.0362	0.0691	Inf
$\varepsilon_{t^c}^c$	InvG	0.150	0.2097	0.1918	0.2357	Inf
$\varepsilon_t^{z^{i*}}$	InvG	0.150	0.0401	0.034	0.0453	Inf
$\varepsilon_t^{c^*}$	InvG	0.100	0.158	0.1343	0.1741	Inf
$\varepsilon_t^{p^{f*}}$	InvG	0.150	0.4027	0.3934	0.4110	Inf
$\varepsilon_t^{\pi^*}$	InvG	0.150	0.0139	0.013	0.0151	Inf
$\varepsilon_t^{\tau^c}$	InvG	0.150	0.6949	0.6814	0.7097	Inf
$\varepsilon_t^{\tau^l}$	InvG	0.150	0.0596	0.0259	0.1071	Inf
$\varepsilon_t^{\tau^k}$	InvG	0.150	0.079	0.0249	0.149	Inf
ε_t^g	InvG	0.150	0.3418	0.3239	0.3602	Inf
ε_t^{gk}	InvG	0.150	0.0682	0.0293	0.1093	Inf
$\varepsilon_{t,sh}^{b^*}$	InvG	0.150	0.062	0.0508	0.0713	Inf
$\varepsilon_{t,sh}^{g^c}$	InvG	0.150	0.5505	0.5414	0.5612	Inf

Table 5 Shock's standard deviations

5. Simulation

5.1 A government spending shock

A transitory shock to government spending of one standard deviation (about 8% above its steady state level) is depicted in Figure 4. An exogenous increase in government spending will increase nominal GDP about 0.6% above its steady state level. Private consumption shows a mild increase on impact. Higher demand will in turn, rise total tax revenues, about 0.5% above steady state, through the automatic response of taxes to the higher level of activity, induced by the positive shock to government spending.

There is also some appreciation of the real exchange rate,

slightly over 0.5% below its steady state level. The higher expenditure is financed mainly with debt, but also higher tax revenue helps to pay for the additional expenditure, as real activity goes up, government's revenues increase automatically. Regarding variables closely related to monetary policy, the shock to government spending will exert a mild upward pressure over CPI inflation (which increases less than 0.2%). The central bank reacts to higher inflation, by increasing the policy interest rate (almost proportionally).

Labor and wages increase. The real exchange rate appreciates on impact, and then depreciates gradually back to its steady state level (see Figure 5.2).

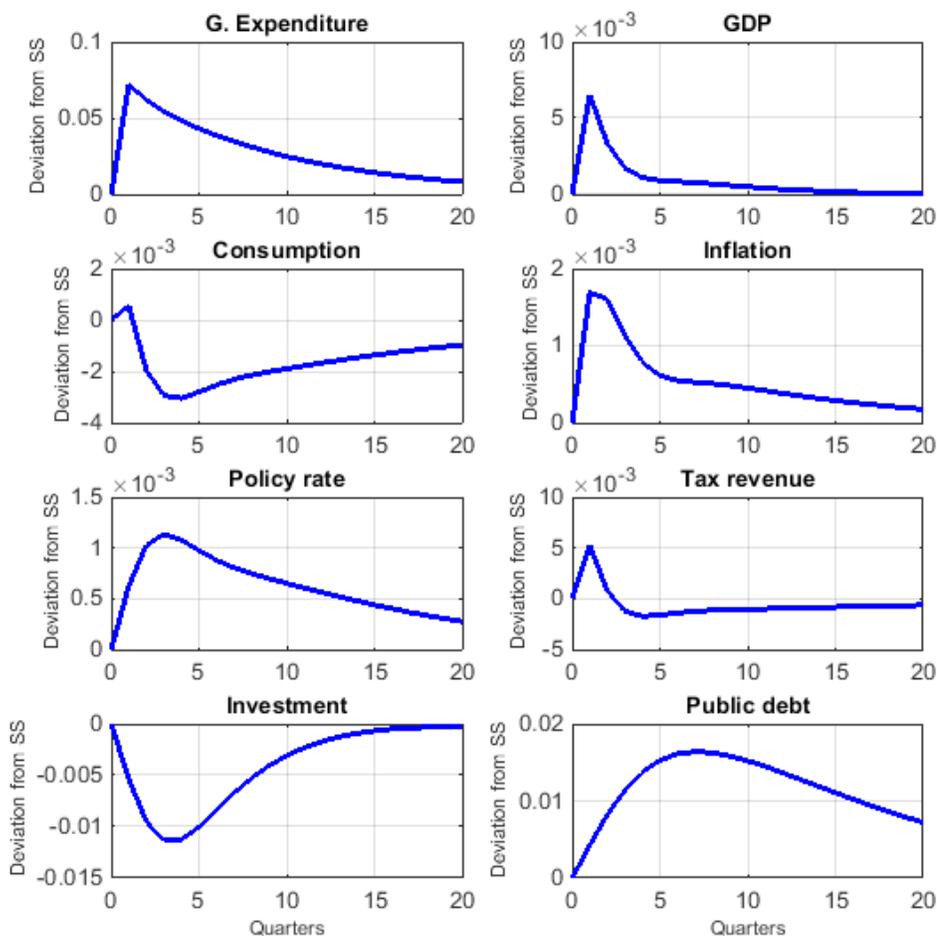


Figure 5.1: Government Spending Shock

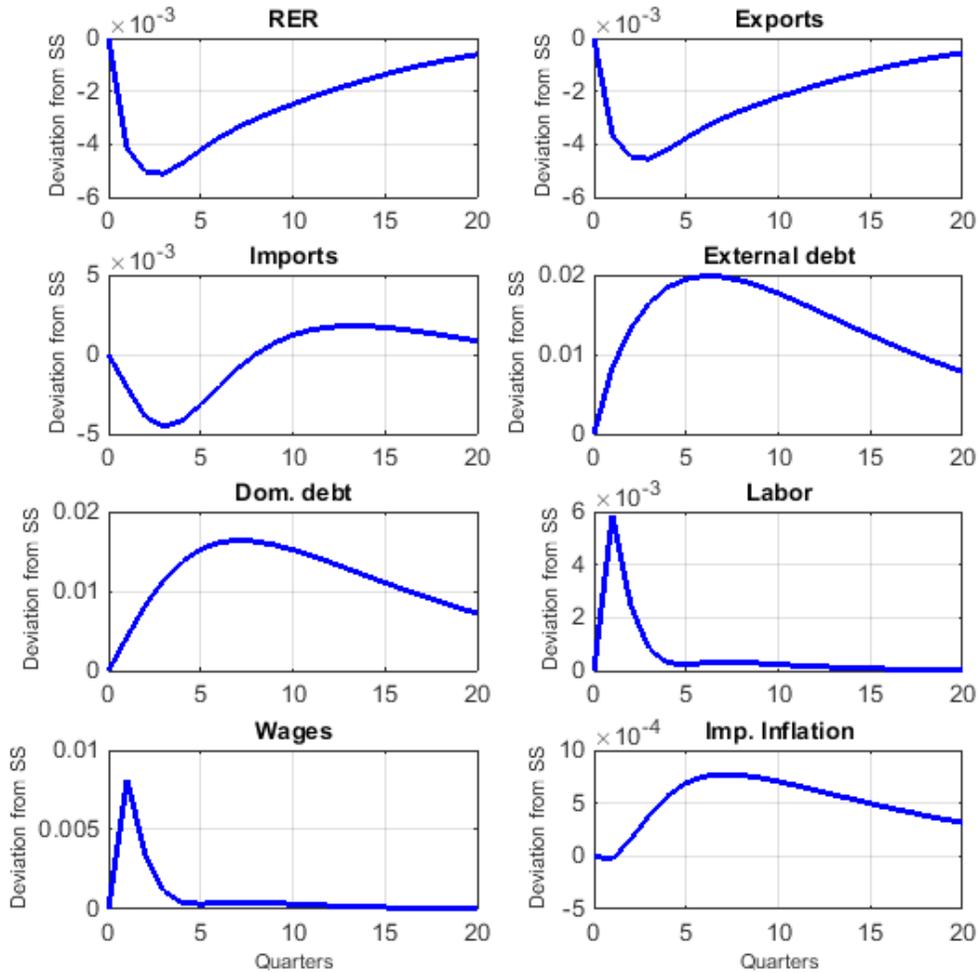


Figure 5.2:Cont. Government Spending Shock

5.2 An increase in tax rates

Now suppose the fiscal authority increases tax rates temporarily (one standard deviation from the steady state value of each tax rate, *i.e.* consumption tax, labor income tax and tax to capital rent). An

increase in tax rates generate a contraction of output, a real exchange rate appreciation, an increase in inflation, an increase in tax revenues (obviously) and a reduction of public debt.

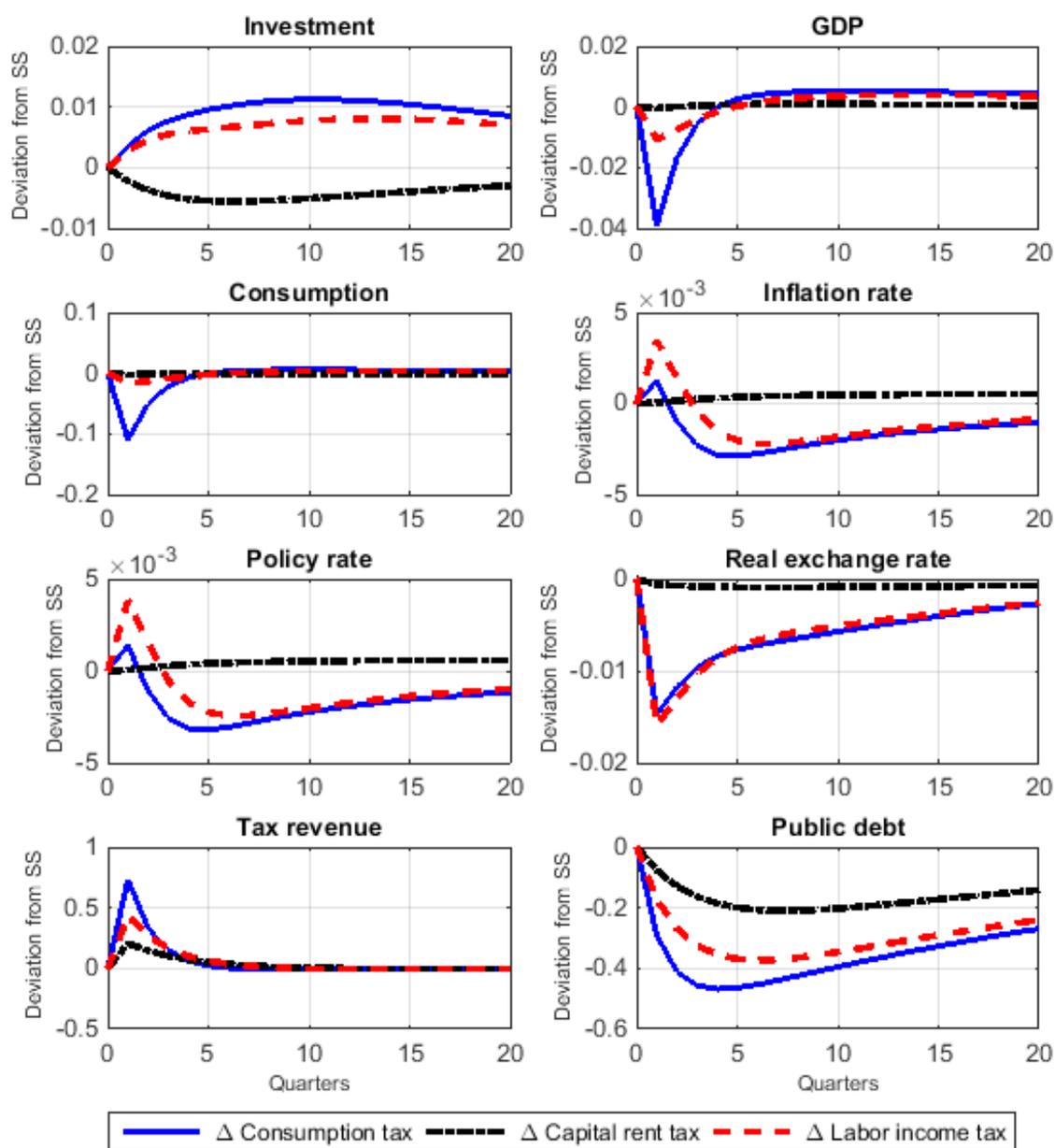


Figure 5.3: Shock to each tax rate

It is interesting to notice that responses of endogenous variables (depicted in Figure 5.3) to an increase of the tax rate over capital rents are mild. Except for investment (which exhibits the opposite reaction, compared to the other

tax rate increases) and the reduction of public debt, which is smaller than the reduction induced by an increase in the consumption tax rate and the labor income tax rate, but still significant.

5.3 Implementing a counter-cyclical policy with government spending

The model considers the possibility of implementing counter-cyclical fiscal policy. In this simulation, we compare the use of government spending as an automatic stabilizer against the case where the government keeps constant the Govt. spending-to-GDP ratio. When the amount spend by the government is determined by eq. (3.21), spending share will decrease whenever the output gap is positive, and will increase when the gap is negative. On Figure 5.4, the red (discontinuous) line represents

the case when government keeps spending as a constant share of GDP and the blue (solid) line represents the case when government implements a fiscal policy rule for spending, according to eq. (3.21), as aforementioned. In this simulation, the economy experiments a shock to total factor productivity. After the shock, GDP rises in both cases, slightly more (and only initially) in the case where fiscal authority is implementing a counter-cyclical policy; government spending rises, but it does more in the case where government is not implementing a counter-cyclical policy rule for public spending.

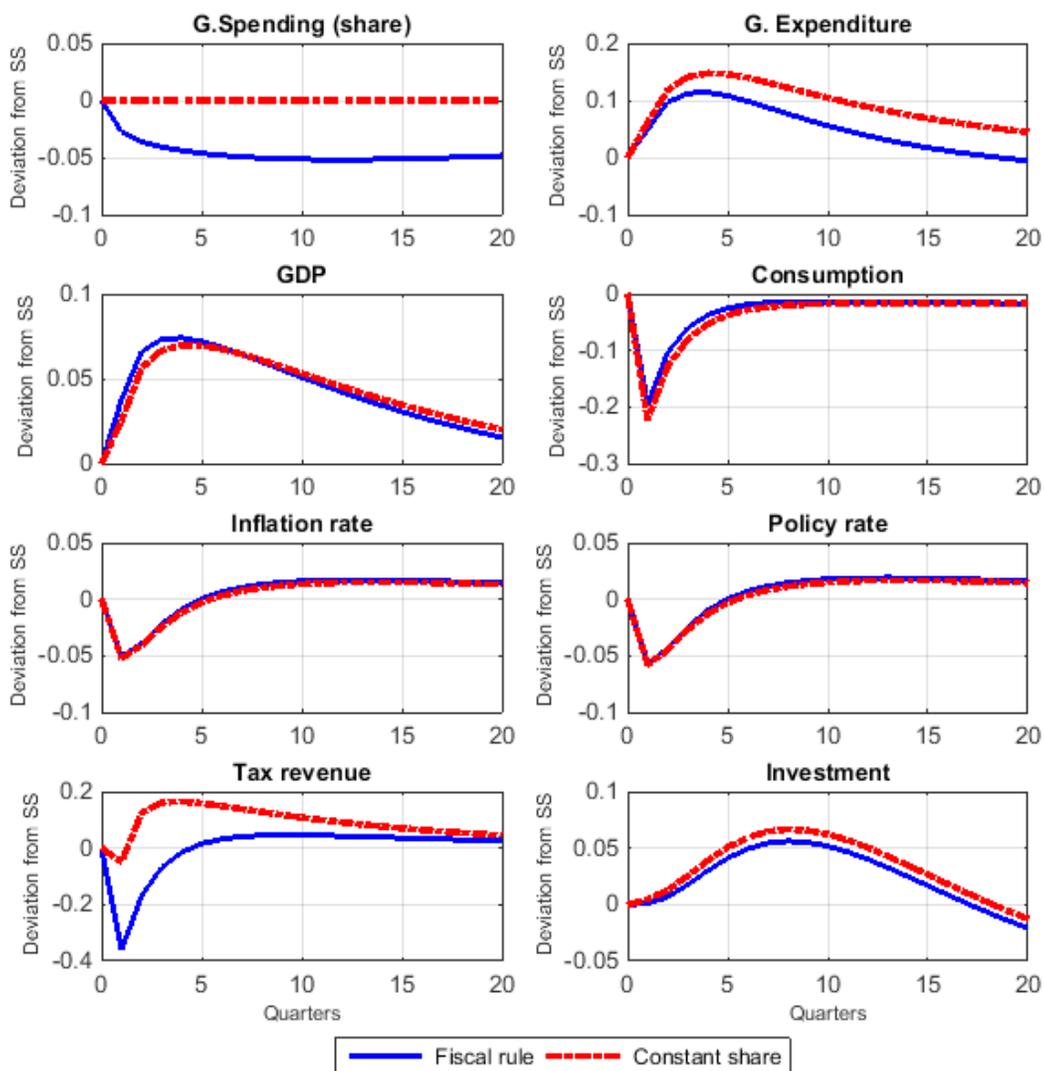


Figure 5.4: Counter-cyclical spending

5.4 An increase in the policy interest rate

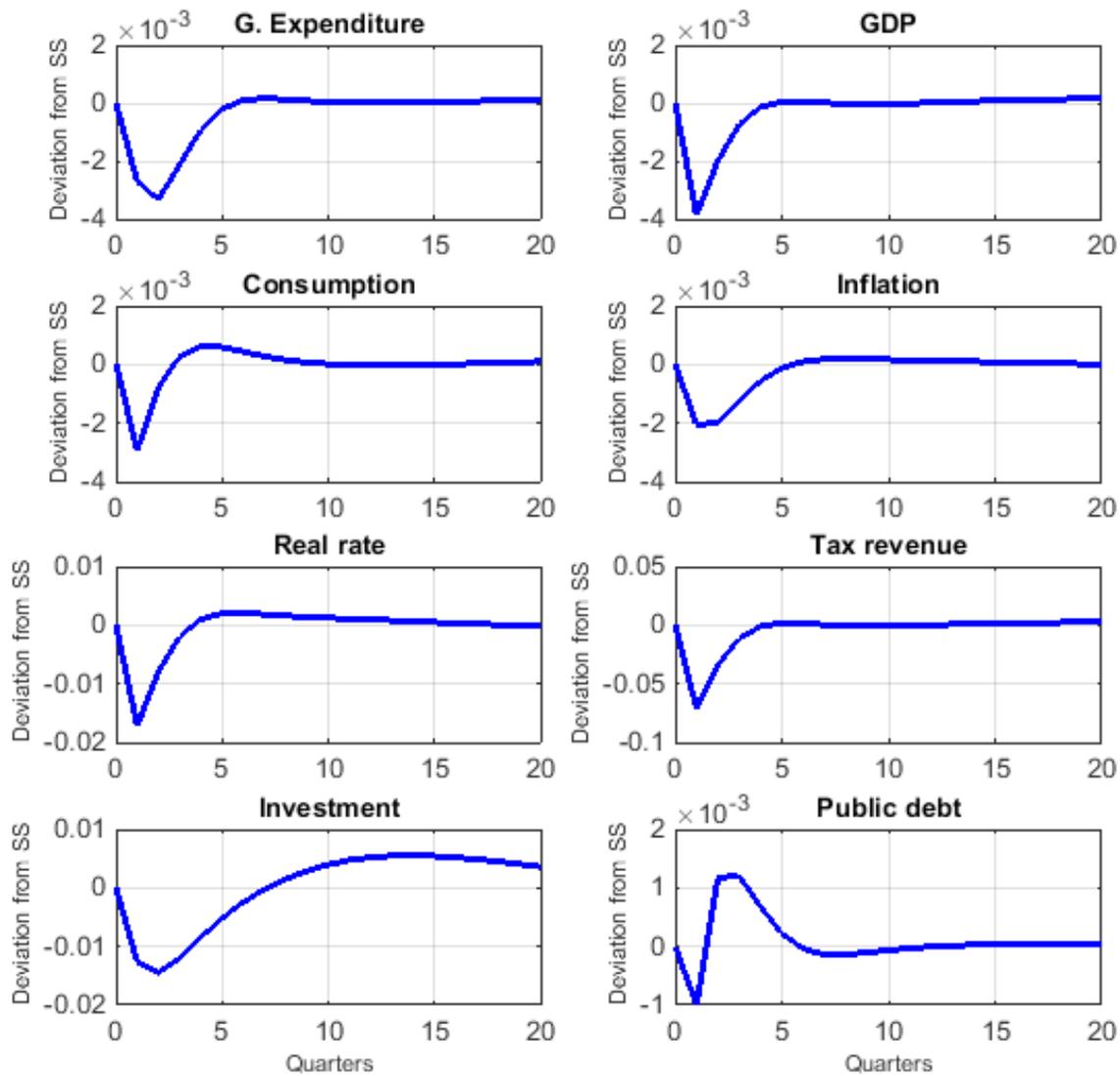


Figure 5.5: Positive shock to the policy interest rate

A positive shock to the policy interest rate produces the expected responses of other endogenous variables. The dynamics show the expected contractionary effects of an increase in the policy interest rate; output contracts, inflation decreases as well as investment. Since economic activity decreases, tax revenue does

the same. The higher interest rate appreciates the real exchange rate. Both imports and exports decrease in real terms and the government in order to serve a higher cost of domestic debt increases its indebtedness level in both, domestic and foreign markets (see Figures 5.5 and 5.6).

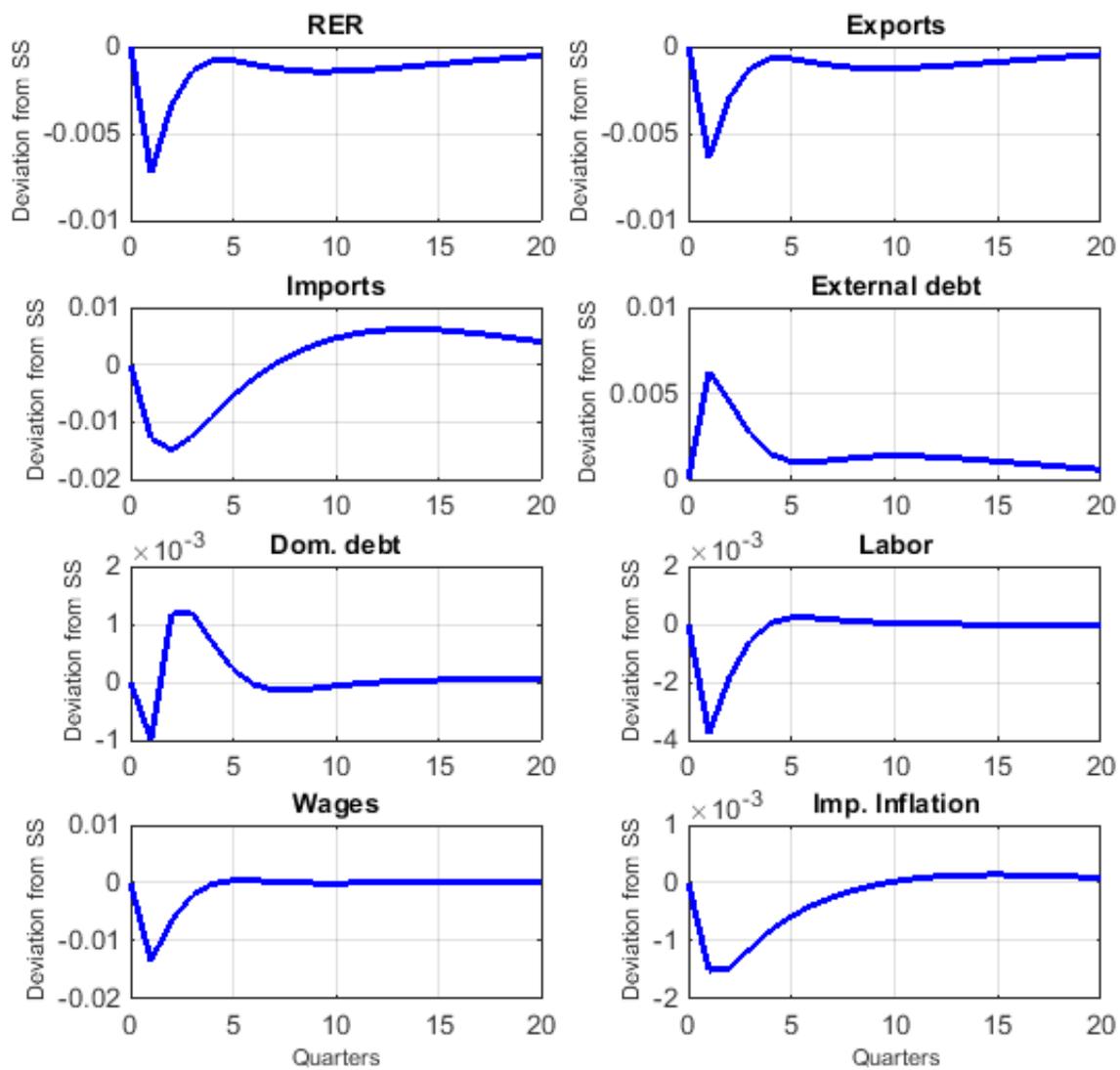


Figure 5.6: Cont. Shock to policy interest rate

5.5 A model without fiscal rules

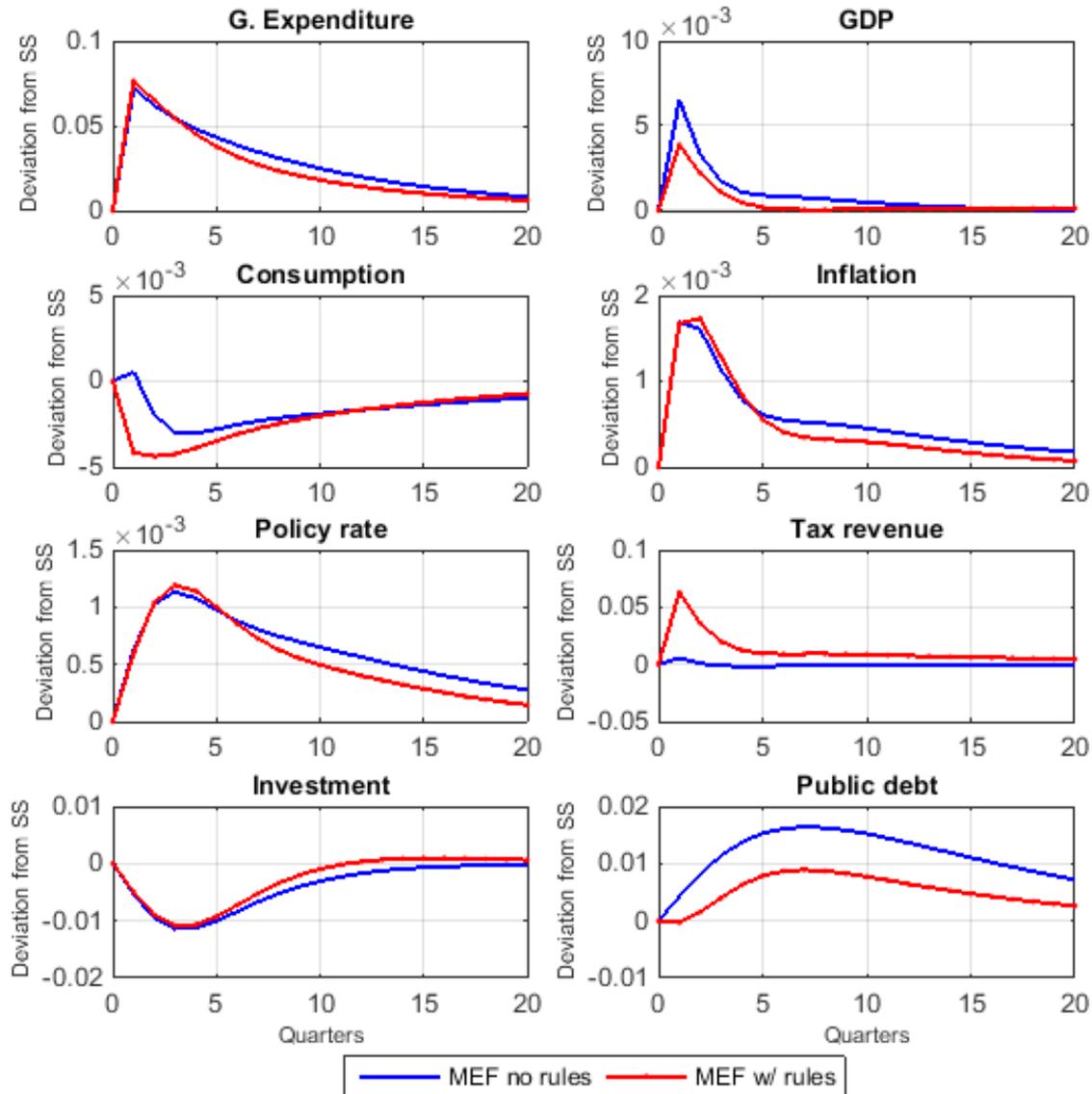


Figure 5.7: Model with fiscal rules vs Model without fiscal rules

Having a fiscal authority following fiscal rules that seek to keep closed the output gap and public debt in its long run value (on a stable path around 23% of GDP), helps monetary authority to attain its objective of low and stable inflation. As depicted in Figures 5.7 and 5.8, after a government spending shock, if the fiscal authority follows the fiscal

rules, the expansionary effects of the shock are dampened, inflation converges to steady state faster requiring a lower interest rate and therefore reducing the quasi-fiscal cost of monetary policy. Also, the increase in taxes induced by the fiscal rules will require less public indebtedness in both, domestic and external debt.

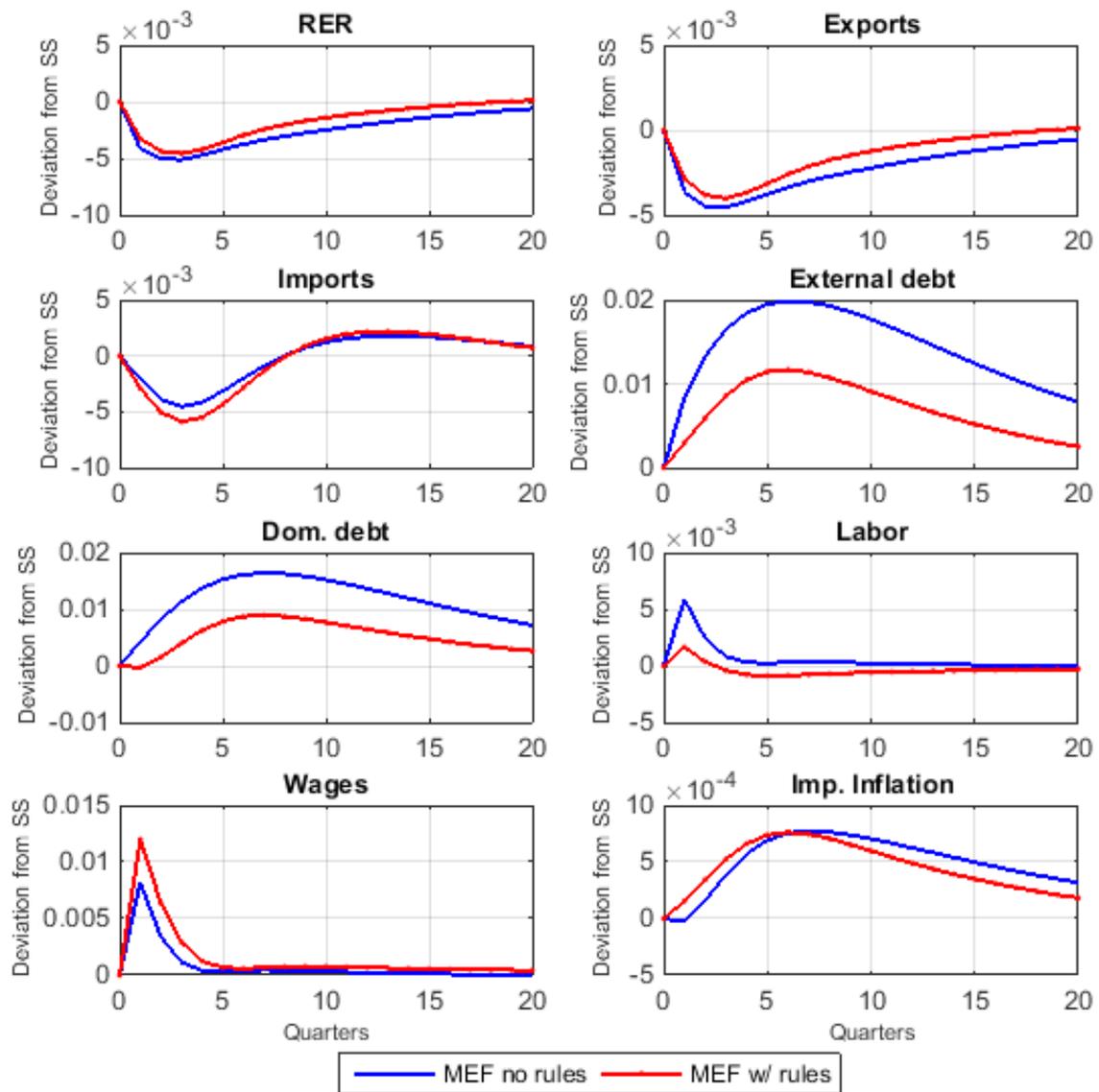


Figure 5.8:Cont.: Model with fiscal rules vs Model without fiscal rules

6. Final remarks

This paper attempts to formalize the macroeconomic effects of fiscal policy actions and its implications for monetary policy. The proposed model is intended to serve as an analytical tool of the known interactions between fiscal and monetary policies in Guatemala. The model is able to replicate, the expansive nature of government spending shocks, the positive effects over inflation and the positive response of policy interest rate in face of inflationary pressures induced by a higher public spending.

The model also replicates the positive correlation between government expenditure and private consumption observed in Guatemalan data. The structure of the model, also allows the study of the differentiated effects of fiscal policy regarding changes in different tax rates, composition of debt and composition of government expenditure.

This paper is part of an effort to improve and increase the set of tools for analyzing monetary policy in Guatemala. As part of this effort, the model presented in this paper will be taken closer to the Guatemalan data and applied to real policy tradeoffs in order to aid discussion and the decision making process within the central bank.

References

- Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Mihoubi, F., Perendia, G., Ratto, M. and Villemot, S. (2011), *Dynare: Reference Manual, versión 4*, in 'Dynare Working Papers', Vol. 1 CEPREMAP.
- Aschauer, D.A. (1990), *Why is infrastructure important? In 'Is There a Shortfall in Public Capital Investment? Proceedings of a Conference'*.
- Blanchard, O. and Perotti, R. (1999), *An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output*, Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M. and Evans, C. L. (2005), 'Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy', *Journal of political Economy* 113(1), 1-45.
- Fatás, A., Mihow, I. et al. (2001), *the effects of fiscal policy on consumption and employment: Theory and evidence*, Vol. 2760, Centre for Economic Policy Research.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z. and Huffman, G.W. (1988). 'Investment, capacity utilization, and the real business cycle', *The American Economic Review* pp. 402 – 417.
- Monacelli, T. and Perotti, R. (2008), *Fiscal policy, wealth effects, and markups*, Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Munnell, A. H. and Cook, L. M. (1990), 'How does public infrastructure affect regional economic performance?' *New England Economic Review* (Sep), 11 – 13.
- Perotti, R. (2007), 'In search of the transmission mechanism of fiscal policy'.
- Ramey, V. A. and Shapiro, M. D. (1998), *Costly capital reallocation and the effects of government spending*, in 'Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy' Vol. 48, Elsevier, pp. 145 – 194.
- Rotemberg, J. J. (1982), 'Sticky prices in the United States', *The Journal of Economy*, pp. 1187 – 1211

A. Variance decomposition of inflation

Figure A.1 shows the shock decomposition of the observed inflation rate. According to this decomposition, low government spending helped to keep inflation low from 2003 to 2006, after that, government spending exerted considerable upward pressure over inflation until late 2008, when the economy started to feel the negative effects of the international financial crisis. Since early stages of the crisis, there were three major drivers of CPI-inflation, all of them external factors: *i*) prices of imported raw materials (commodities), *ii*) prices of imported consumption and investment goods, and *iii*) the cost of international funding (*i.e.* the international interest rate). After 2008, when a depressed global activity brought down inflation, two of these drivers were key again, as the observed low inflation of 2009 is explained by low international prices of commodities and dried up international financial markets. The latter is reflected in the model as an increase in the cost of international funding. Towards the end of the sample, in the first two quarters of 2014, low prices for both types of imports (*i.e.* raw materials and consumption and investment goods) seem to explain the low observed domestic CPI-inflation.

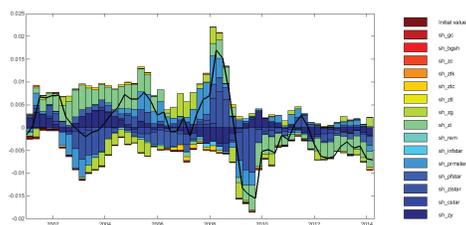


Figure A.1: Variance decomposition of inflation

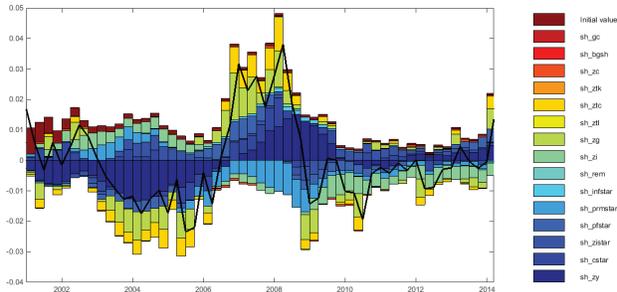


Figure A.2: Variance decomposition of output gap

B. Unit Root Tests

Table 6 Unit root test

	ADF			Phillips-Perron		
	Critical val.	Test val.	Integ.	Critical val.	Test val.	Integ.
Levels						
Tax revenue	-2.92	-0.34	I(1)	-2.92	-1.27	I(1)
Expenditure	-2.92	0.36	I(1)	-2.92	-1.70	I(1)
GDP	-2.93	-0.18	I(1)	-2.92	-1.31	I(1)
Inflation	-2.94	-0.49	I(1)	-2.92	-2.56	I(1)
Int. rate	-2.92	-1.72	I(1)	-2.92	-1.73	I(1)
First Differences						
Tax revenue	-2.93	-3.39	I(0)	-2.92	-7.12	I(0)
Expenditure	-2.93	-3.43	I(0)	-2.92	-19.14	I(0)
GDP	-2.93	-2.95	I(0)	-2.92	-26.16	I(0)
Inflation	-2.94	-5.5	I(0)	-2.92	-4.92	I(0)
Int. rate	-2.93	-4.69	I(0)	-2.92	-4.64	I(0)

All variables are in logs, except for the interest rate

Reciprocal eigenvalues of the characteristic polynomial

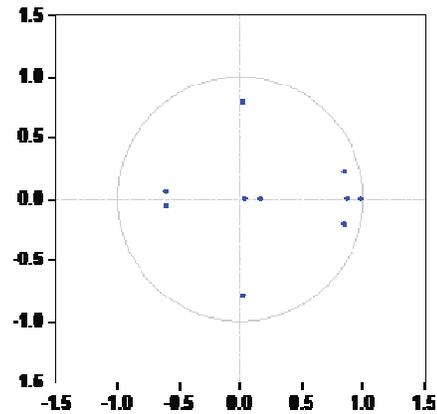


Figure B.1 reciprocal eigenvalues

B.1 First difference VAR, quarterly data from 2002 to 2014

All variables entering the VAR are in logs, seasonally adjusted with Census-X12 and in first difference, what makes them stationary $-I(0)$. The VAR was estimated with 2 lags (following the Akaike criterion) and we checked the statistical properties of the residuals, e.g. normality, homoscedasticity, autocorrelation, and stability. The impulse response functions were generated to analyze the impact of a temporary shock to government expenditure and a shock to GDP.

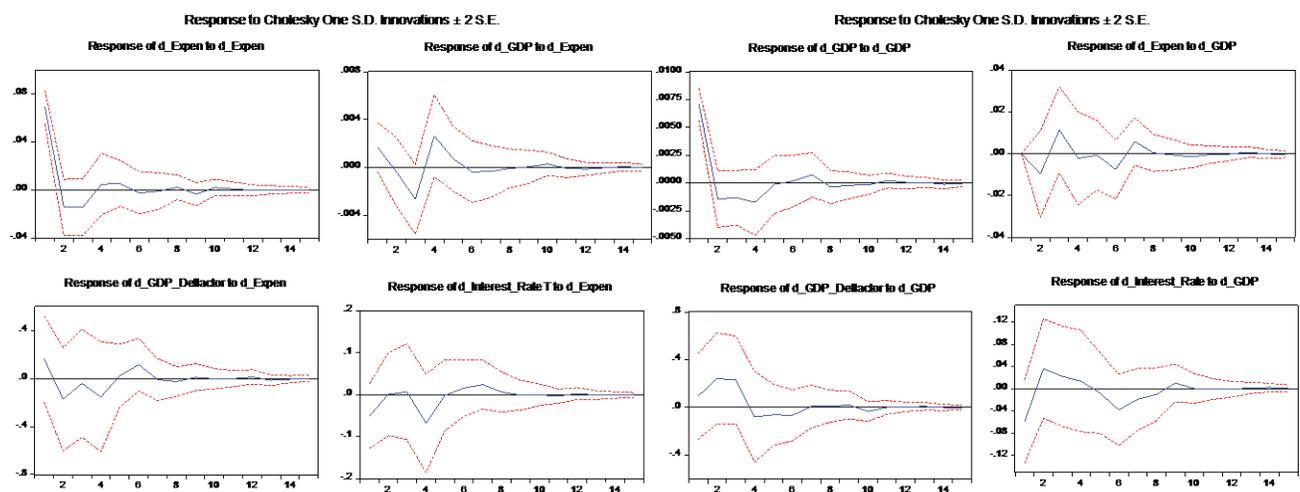


Figure B.2 First Difference. Right Panel: Spending Shock. Left Panel: GDP Shock

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

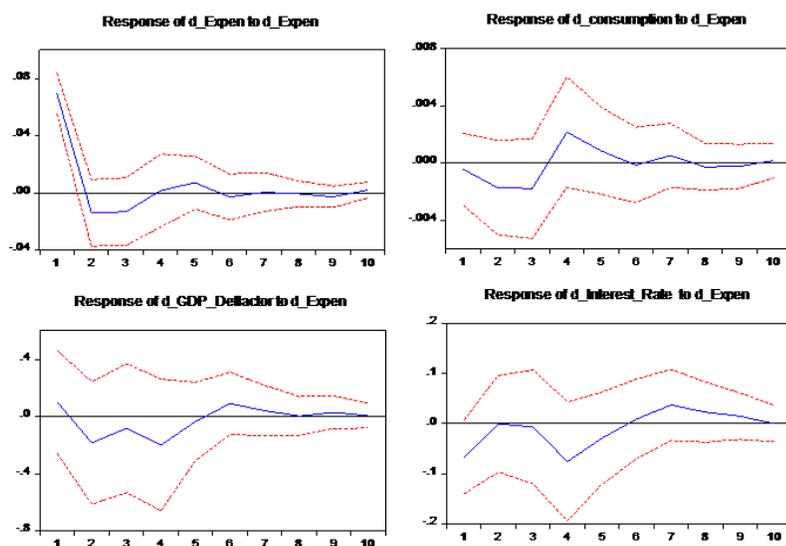


Figure B.3 First Difference, including private consumption.

Table 7 Normality Test

VAR with GDP				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
Tax	-0.170	0.231	1	0.631
Expenditure	-0.188	0.284	1	0.594
GDP	0.345	0.950	1	0.330
GDP Deflator	-0.255	0.519	1	0.471
Interest Rate	-0.423	1.431	1	0.232
All		3.415	5	
VAR with private consumption				
Tax	0.707	2.995	1	0.084
Expenditure	-0.101	0.068	1	0.794
Private Consumption	-0.303	0.552	1	0.457
GDP Deflator	-0.497	1.481	1	0.224
Interest Rate	-0.1180	0.194	1	0.660
All		5.291	5	0.3814

The residuals of every component of both VARs (with GDP and with private consumption) are normal distributed, as well as the system of equations (see Table 7). They are homoscedastic (see Table 8).

Table 8 Heteroscedasticity Test

VAR with GDP			VAR with private consumption		
Chi-sq	df	Prob.	Chi-sq	df	Prob.
426.557	450	0.780	414.0120	450	0887

Nevertheless, residuals show some autocorrelation problems (see Table 9), which could be due to the fact that, in the full sample, there might be a structural break around the financial crisis or during the previous year (2006) when Inflation Targeting regime was adopted in Guatemala. These same tests were conducted for a VAR with a reduced sample, using data only after 2006, finding no autocorrelation.

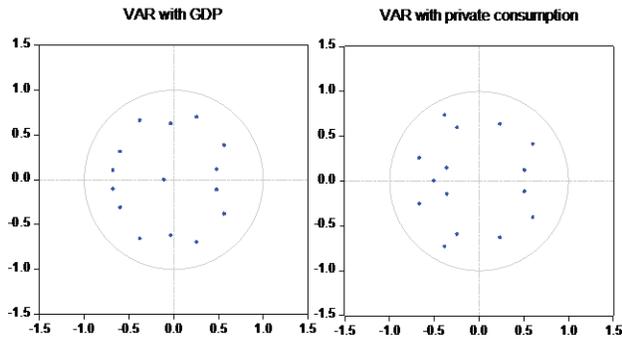
Table 9 Correlation LM Test

VAR with GDP			VAR with private consumption		
Lags	LM-Stats	Prob.	Lags	LM-Stats	Prob.
1	34.509	0.098	1	37.856	0.048
2	23.753	0.534	2	24.817	0.473
3	24.975	0.464	3	31.067	0.189

Finally, both the VARs (with GDP and with private consumption) are stable, see Figure B.4.



Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



B.4. First Difference: VAR Stability

B.2 Detrended series VAR, quarterly data from 2002 to 2014

The same procedure was applied to a VAR in which all series were detrended using the HP filter.

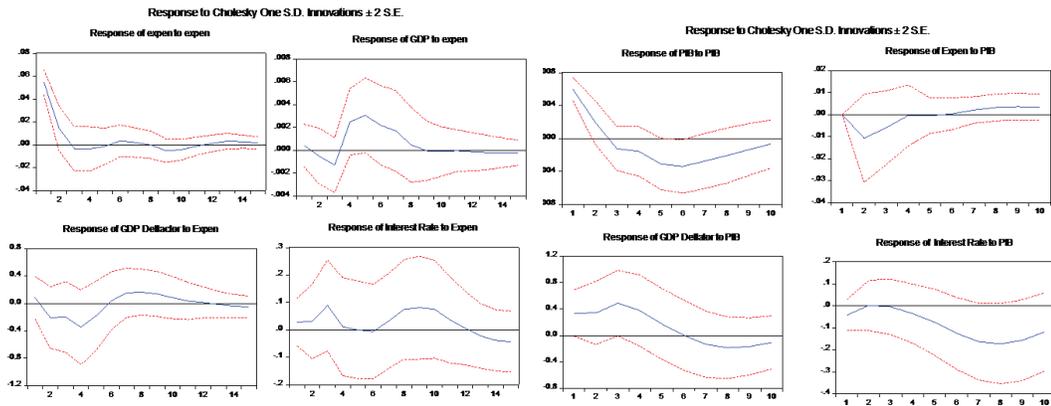


Figure B.5: HP detrended. Right panel: Spending shock. Left panel: GDP shock

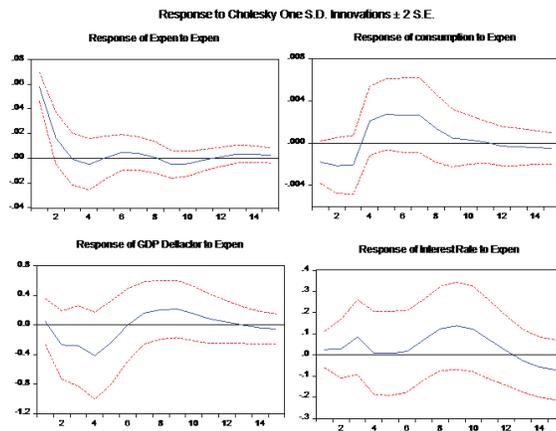


Figure B.6: HP detrended, including private consumption

The residuals of every equation of the VAR are normal distributed with the exception of the interest rate (see Table 10).

Table 10 Normality Test

VAR with GDP				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
Tax	-0.021	0.004	1	0.953
Expenditure	-0.067	0.038	1	0.846
GDP	0.303	0.753	1	0.386
GDP Deflator	0.283	0.656	1	0.4180
Interest Rate	-0.820	5.494	1	0.019
All		6.943	5	

VAR with private consumption				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
Tax	-0.352	1.001	1	0.315
Expenditure	0.208	0.354	1	0.552
Private Consumption	0.002	0.004	1	0.949
GDP Deflator	0.212	0.367	1	0.544
Interest Rate	-0.737	4.436	1	0.0352
All		6.172	5	0.289

The residuals of both VARs with detrended series are homoscedastic (see Table 11), but again, they show autocorrelation problems (see Table 12).

Table 11 Heteroscedascity Test

VAR with GDP			VAR with private consumption		
Chi-sq	df	Prob.	Chi-sq	df	Prob.
470.58	450	0.1624	479.49	450	0.1624

Table 12 Correlation LM Test VAR

VAR with GDP			VAR with private consumption		
Lags	LM-Stats	Prob.	Lags	LM-test	Prob.
1	34.767	0.0925	1	39.543	0.0325
2	42.573	0.0156	2	34.532	0.0970
3	18.765	0.808	3	20.206	0.7359

Finally, both VARs are also stable (see Figure B.7).

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

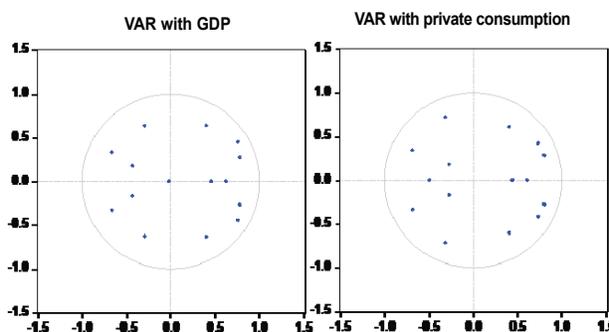
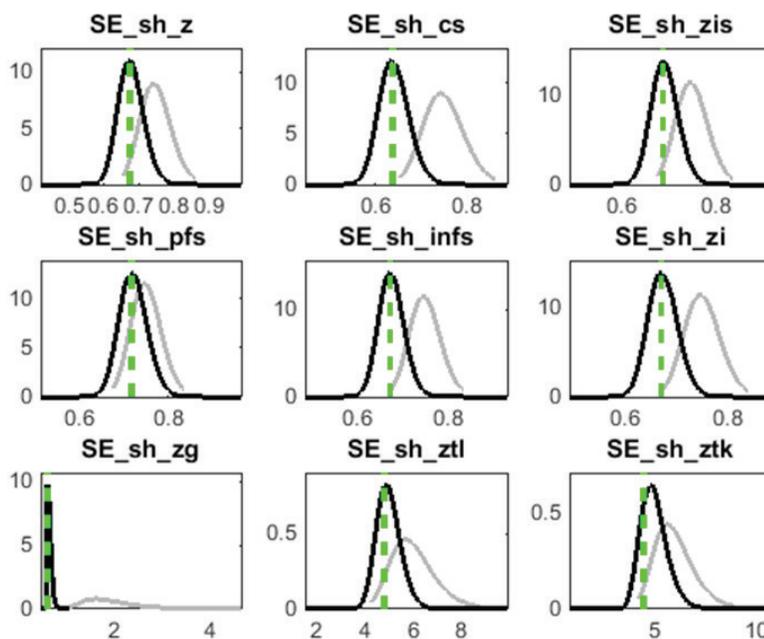


Figure B.7: HP detrended: VAR stability

C. Prior and posterior distributions



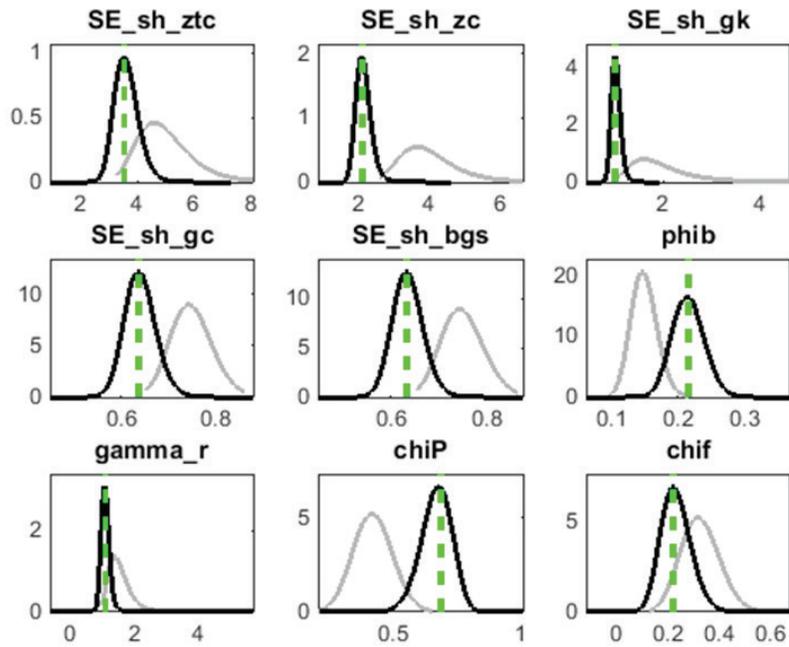
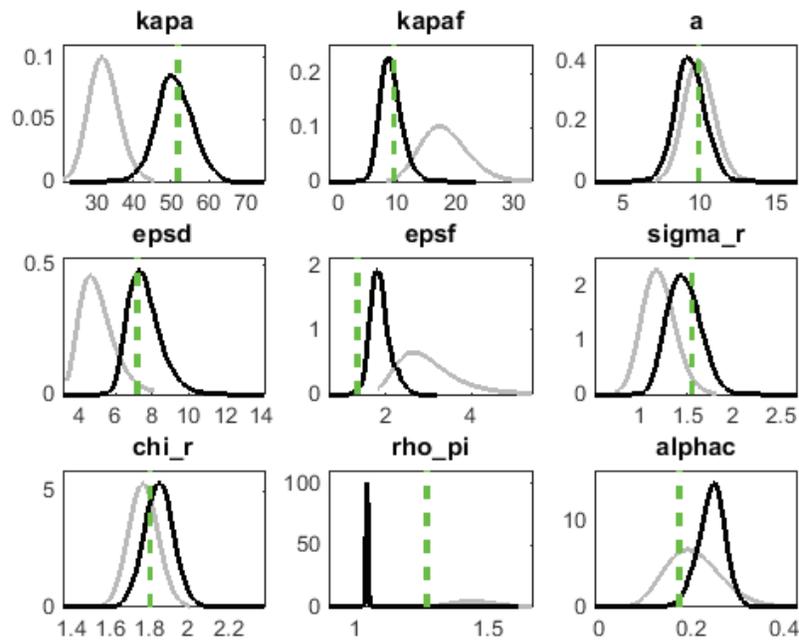


Figure C.1: Prior and posterior distributions



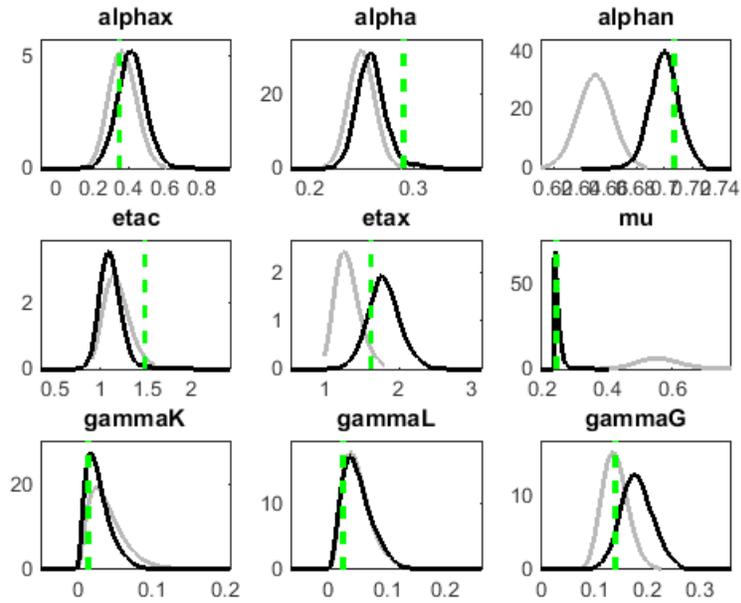
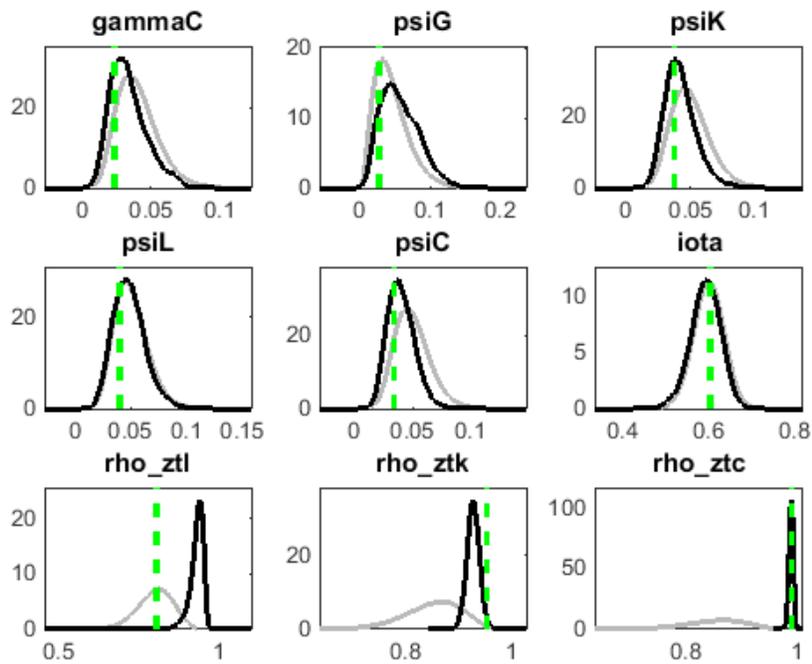


Figure C2: Prior and posterior distributions



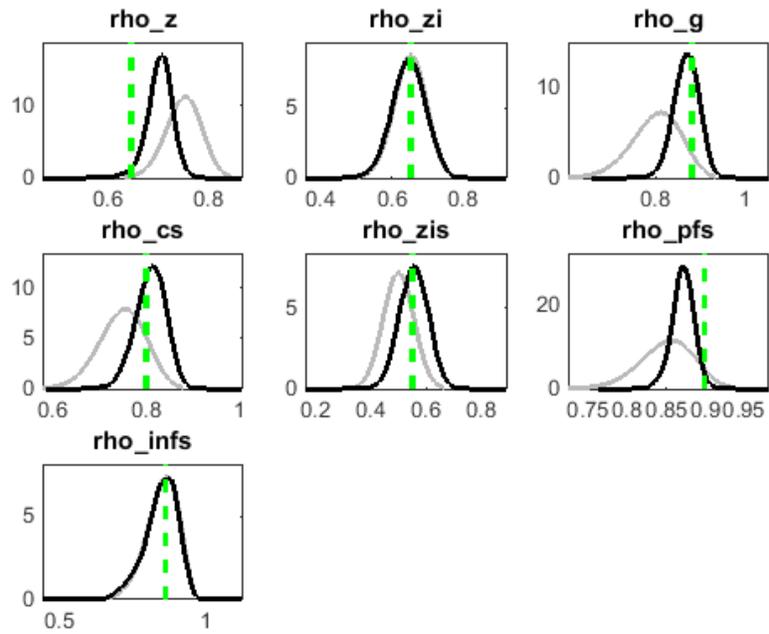


Figure C3: Prior and posterior distributions



Junta Monetaria

Julio Roberto Suárez Guerra
Presidente

Sergio Francisco Recinos Rivera
Vicepresidente

Miembros titulares

Dorval José Manuel Carías Samayoa
Ministro de Finanzas Públicas

Jorge Méndez Herbruger
Ministro de Economía

José Sebastián Marcucci Ruiz
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Gudy Rivera Estrada
Electo por el Congreso de la República

Luis Fernando Leal Toledo
Electo por las asociaciones empresariales de comercio, industria y agricultura

Mario Roberto Granai Fernández
Electo por los presidentes de los consejos de administración o juntas directivas de los bancos privados nacionales

Urías Amitaí Guzmán García
Electo por el Consejo Superior de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Miembros suplentes

José Luis Agüero Urruela
Electo por las asociaciones empresariales de comercio, industria y agricultura

Federico Borrayo Pérez
Electo por el Consejo Superior de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Luis Rolando Lara Grojec
Electo por los presidentes de los consejos de administración o juntas directivas de los bancos privados nacionales

Álvaro Manuel Trujillo Baldizón
Electo por el Congreso de la República

AUTORIDADES

Julio Roberto Suárez Guerra
Presidente

Sergio Francisco Recinos Rivera
Vicepresidente

Antonieta Gutierrez Escobar
Gerente General

Oscar Roberto Monterroso Sazo
Gerente Económico

Rómulo Oswaldo Divas Muñoz
Gerente Financiero

Leonel Hipólito Moreno Mérida
Gerente Jurídico

Salvador Orlando Carrillo Grajeda
Gerente Administrativo

FUNCIONARIOS SUPERIORES

Johny Rubelcy Gramajo Marroquín
Director
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

Carlos Oswaldo Mirón Contreras
Subdirector
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

Eddy Roberto Carpio Sam
Subdirector
Departamento de Análisis Macroeconómico y Pronósticos

Juan Carlos Castañeda Fuentes
Director
Departamento de Investigaciones Económicas

Carlos Eduardo Castillo Maldonado
Subdirector
Departamento de Investigaciones Económicas

Víctor Estuardo Flores Súchite
Director
Departamento de Estadísticas Macroeconómicas

Ismael Herlindo Matías Vargas
Subdirector
Departamento de Estadísticas Macroeconómicas

Pablo Antonio Marroquín Fernández
Director
Departamento de Análisis de Estabilidad Financiera

Waleska Marilú García Corzo
Subdirector
Departamento de Análisis de Estabilidad Financiera

Oscar Leonel Herrera Velázquez
Subdirector
Departamento de Análisis de Estabilidad Financiera

Jorge Vinicio Cáceres Dávila
Director
Departamento de Ejecución de Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia

William Ariel Cano Hernández
Subdirector
Departamento de Ejecución de Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia

Edgar Rolando Lemus Ramírez
Director
Departamento Internacional

Víctor Manuel Vásquez García
Subdirector
Departamento Internacional

Byron Leopoldo Sagastume Hernández
Director
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

Luis Fernando Quintanilla Pereda
Subdirector
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

Sergio Estuardo Bollat Carranza
Subdirector
Departamento de Contabilidad y Sistema de Pagos

Erick Prado Carvajal
Director
Departamento de Emisión Monetaria

Jorge Arturo Rivera Méndez
Subdirector
Departamento de Emisión Monetaria

Ariel Rodas Calderón
Director
Departamento de Tecnologías de Información

Byron Saúl Girón Mayén
Subdirector
Departamento de Tecnologías de Información

Mario Roberto León Ardón
Director
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

Erika Contreras Herrera de Franco
Subdirector
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

Walter Emilio Barrios Guevara
Subdirector
Departamento de Servicios Administrativos y Seguridad

Jorge Aníbal Del Cid Aguilar
Director
Departamento de Análisis de Riesgo de Reservas Monetarias Internacionales

Juan Carlos Estrada Calvillo
Director
Departamento de Recursos Humanos

Gloria Edelmira Mayen Veliz de Velez
Subdirector
Departamento de Recursos Humanos

Ivar Ernesto Romero Chinchilla
Director
Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales

José René Lorente Méndez
Asesor II
Planificación y Desarrollo Organizacional

Gerardo Noel Orozco Godínez
Asesor III
Asesoría Jurídica

César Augusto Martínez Alarcón
Asesor III
Asesoría Jurídica

Claudia Lizet Gereda Paiz de Arana
Asesor II
Asesoría Jurídica

Erwin Roberto Camposeco Córdova
Auditor Interno

Juan Manuel Meléndez Godínez
Subauditor Interno

Maynor Augusto Ambrosio Higueros
Asesor II
Oficialía de Cumplimiento

Armando Felipe García Salas Alvarado
Secretario
Junta Monetaria

Romeo Augusto Archila Navarro
Subsecretario
Junta Monetaria

Red nacional de Bibliotecas del Banco de Guatemala

- | | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Guatemala</p> <p>1) Ciudad Guatemala
Biblioteca Central
7ª. avenida, 22-01, zona 1</p> <p>2) Parque Colón
8ª. calle, entre 11 y 12 avenidas, zona 1</p> <p>3) Instituto “Dr. Carlos Federico Mora”
Calzada San Juan, 32-50, zona 7, colonia Centroamérica</p> <p>4) Parque Navidad
32 avenida y 23 calle, zona 5 (diagonal 34)</p> <p>Amatitlán</p> <p>5) 5ª. calle y 4ª. avenida, esquina, barrio La Cruz</p> <p>Villa Canales</p> <p>6) 8ª. calle, 2-64, zona 1</p> <p>San José Pinula</p> <p>7) Escuela Rural Mixta, aldea San Luis, Puerta Negra</p> <p>Santa Catarina Pinula</p> <p>8) Edificio municipal, 1a. calle, 5-50, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Alta Verapaz</p> <p>Cobán</p> <p>9) Calzada “Rabín Ajau”, zona 11,
salida a Chisec Instituto de la Juventud y el Deporte</p> <p>Cobán</p> <p>10) 1ª. calle, 5-24, zona 2</p> <p style="text-align: center;">Baja Verapaz</p> <p>Rabinal</p> <p>11) 4a. avenida, 2-37, zona 3</p> <p>Salamá</p> <p>12) 5ª. avenida, 6-21, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Chimaltenango</p> <p>San Martín Jilotepeque</p> <p>13) Plaza Central, frente a municipalidad</p> <p>Patzún</p> <p>14) 3a. calle, 5-48, zona 1</p> <p>Chimaltenango</p> <p>15) 2ª. avenida, 2-20, zona 3, nivel 2</p> <p>Zaragoza</p> <p>16) 7a. avenida Norte, No. 3, frente al parque Central</p> <p style="text-align: center;">Chiquimula</p> <p>Quezaltepeque</p> <p>17) 3a. calle y 2ª. avenida, zona 2</p> | <p>Ipala</p> <p>18) 3a. avenida, 1-61, zona 4
2º. nivel, Supervisión Educativa</p> <p>Olopa</p> <p>19) A un costado del parque Central</p> <p>Chiquimula</p> <p>20) 6ª. avenida, 3-00, zona 1,
edificio municipal, nivel 2</p> <p style="text-align: center;">El Progreso</p> <p>Guastatoya</p> <p>21) Avenida Principal</p> <p>Morazán</p> <p>22) Barrio Concepción</p> <p>El Jícara</p> <p>23) Calle Principal, barrio El Centro,
edificio municipal, nivel 2</p> <p style="text-align: center;">Escuintla</p> <p>Tiquisate</p> <p>24) 4a. calle, zona 1,
edificio municipal</p> <p>Escuintla</p> <p>25) 3ª. avenida, 3-63, zona 1</p> <p>Puerto San José</p> <p>26) Edificio Banco de Guatemala,
avenida de “El Comercio”</p> <p>Santa Lucía Cotzumalguapa</p> <p>27) 5a. calle, 3-39, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Huehuetenango</p> <p>San Antonio Huista</p> <p>28) Cantón Central</p> <p>Huehuetenango</p> <p>29) 4ª. calle, 5-07, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Izabal</p> <p>Puerto Barrios</p> <p>30) 7ª. calle y 8ª. avenida, esquina, zona 1,
parque “José María Reyna Barrios”</p> <p>Los Amates</p> <p>31) Edificio municipal, Los Amates</p> <p style="text-align: center;">Jalapa</p> <p>Jalapa</p> <p>32) Calle “Tránsito Rojas”
5-46, zona 6, nivel 2</p> <p>San Luis Jilotepeque</p> <p>33) Edificio municipal,
barrio El Centro</p> |
|--|---|

- | | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Jutiapa</p> <p>34) Asunción Mita
Edificio Fundabiem,
a un costado del parque Central</p> <p>35) El Progreso
Calle Principal y avenida Achuapa,
Casa de la Cultura</p> <p>36) Jutiapa
4ª. avenida y 7ª. calle, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Petén</p> <p>37) Melchor de Mencos
Barrio El Centro</p> <p>38) San Francisco
A la par del Puesto de Salud</p> <p>39) San Luis
Barrio El Centro,
frente a Posada San Antonio</p> <p>40) San Benito
5a. avenida, entre 8ª. y 9ª. calles, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Quetzaltenango</p> <p>41) El Palmar
Edificio de la Cruz Roja</p> <p>42) Coatepeque
Barrio San Francisco (a un costado de la línea férrea)</p> <p>43) Quetzaltenango
12 avenida, 5-12, zona 1</p> <p style="text-align: center;">Quiché</p> <p>44) Pachalum
Calle Las Flores</p> <p>45) Santa Cruz del Quiché
3ª. calle, 4-00, zona 5</p> <p>46) Canillá
Frente al edificio municipal</p> <p>47) Santa María Nebaj
3ª. avenida y 7ª. calle, zona 1,
cantón Tutz'al, frente a Bomberos Voluntarios</p> <p style="text-align: center;">Retalhuleu</p> <p>48) Champerico
Avenida del Ferrocarril,
a un costado del parque Central, nivel 2</p> <p>49) Retalhuleu
6ª. avenida, 6-18,
zona 1, nivel 2</p> <p style="text-align: center;">Sacatepéquez</p> <p>50) Antigua Guatemala
Portal Las Panaderas
5ª. avenida Norte, No. 2, nivel 2</p> | <p>51) Sumpango
0 avenida, 1-18, zona 3,
frente a municipalidad</p> <p style="text-align: center;">San Marcos</p> <p>52) San Marcos
9ª. calle, 7-54, zona 1</p> <p>53) Malacatán
Instituto Experimental de
Educación Básica con Orientación Industrial y Magisterio
3ª. avenida, entre 1ª. y 2ª. calles, zona 1, colonia El Maestro</p> <p>54) San Pablo
Edificio municipal, frente al parque Central</p> <p>55) Tecún Umán
1ª. avenida, entre 3ª. y 4ª. calles,
zona 1, local del Banco de Guatemala</p> <p style="text-align: center;">Santa Rosa</p> <p>56) Chiquimulilla
1ª. calle B y 2ª. avenida, zona 1,
edificio municipal</p> <p>57) Barberena
4a. calle y 4a. avenida, zona 1</p> <p>58) Guazacapán
Barrio San Miguel Centro,
edificio municipal</p> <p>59) Cuilapa
2ª. avenida, 3-55, zona 1,
segundo nivel</p> <p style="text-align: center;">Sololá</p> <p>60) Sololá
7a. avenida, 8-72, zona 2, nivel 2 Banco G&T</p> <p style="text-align: center;">Suchitepéquez</p> <p>61) Mazatenango
7ª. calle, 3-18, zona 1</p> <p>62) Patulul
Edificio municipal</p> <p style="text-align: center;">Totonicapán</p> <p>63) Totonicapán
7a. avenida y 5a. calle, zona 1, nivel 2</p> <p style="text-align: center;">Zacapa</p> <p>64) Zacapa
4a. calle, 14-32, zona 1, nivel 2</p> <p>65) Gualán
Barrio El Centro,
edificio municipal, nivel 2</p> <p>66) Estanzuela
1a. calle, 2-00, zona 1</p> <p>67) Río Hondo
6a. calle, 2-49, zona 1,
barrio El Centro, edificio municipal</p> |
|--|--|



(15 de septiembre, 1907 - 6 de abril, 1975)

Fragmento de discurso de inauguración del
Banco de Guatemala, por el
Doctor Manuel Noriega Morales
(pronunciado el 1 de julio de 1946)

“Desde el nacimiento mismo del Ministerio de Economía, que se debe a la certera visión de los miembros de la ex-Junta Revolucionaria de Gobierno, la idea de la reforma monetaria y bancaria del país cobró aliento. Los magnos problemas de la economía nacional, descuidados a través de tantos regímenes autocráticos, reclamaban solución al entrar nuestra patria a los cauces de una vida democrática, inspirada sinceramente en el deseo de mejorar las condiciones económicas y sociales de Guatemala. Gobernantes anteriores decían amar a su pueblo, pero lo mantenían en la miseria, no obstante tener recursos monetarios y recursos fiscales para procurar, por medio de instituciones crediticias o de fomento a la producción, elevar el nivel de vida de la población guatemalteca.”

Banco de Guatemala



