

PERTURBACIONES EXTERNAS E INTERNAS PARA UNA ECONOMÍA PEQUEÑA Y ABIERTA: UN ANÁLISIS MICROFUNDADO PARA EL CASO BOLIVIANO PERIODO 2000 – 2015

MARTIN VALLEJOS TARQUI(*) - SHIRLEY NAVIA CACERES(*)
MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS PÚBLICAS

Mayo 2016

RESUMEN

Las perturbaciones externas e internas durante los últimos periodos han generado preocupación en Bolivia, debido a que ésta implica altos costos del bienestar económico, principalmente, en la pobreza y la desigualdad de ingresos. El presente trabajo evalúa la propagación de estos shocks en las principales variables macroeconómicas a través de un Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE), microfundamentado, para una economía pequeña y abierta y que sigue la línea del paradigma neokeynesiano.

En el segundo plano, se busca también contrastar los resultados empíricos anteriores, donde se señala que la economía boliviana es altamente sensible a las perturbaciones externas debido a su característica de primario exportador.

Palabras clave: Economía Abierta, Ciclos y fluctuaciones económicas, Equilibrio General.

Clasificación JEL: C11, C61, E42, E37, E52

(*) El presente documento no necesariamente refleja la visión del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas y sus autoridades, las conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

I. INTRODUCCIÓN

Bajo un entorno mundial de muchas turbulencias económicas recientes, principalmente en economías avanzadas y de la región, la economía nacional aún mantiene un ritmo de crecimiento estable con tasas de inflación controlada. Esta situación económica de Bolivia se debe básicamente a la implementación del nuevo Modelo Económico Social Comunitario Productivo (MESCP), que generó cambios significativos en la visión económica del país. Bajo este contexto, el Estado tomó mayor protagonismo en la economía y la política económica se direccionó hacia la diversificación productiva, a través de la redistribución de los recursos obtenidos de los sectores estratégicos como: hidrocarburos y la implementación de créditos del sistema financiero, hacia aquellos sectores generadores de mayor producción y empleo. Este crecimiento económico estable, coadyuvó en el aumento del nivel de bienestar económico social, generando mayores niveles de empleo, ingreso personal, además de disminuir los altos niveles de extrema pobreza.

A partir de 2006, con el aumento consecutivo de precio del petróleo (aunque con algunas disminuciones en los periodos posteriores) y la creación del Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH) mediante la Ley N°3058 promulgada el 17 de mayo de 2005, permitieron aumentar los ingresos de este sector; dichos recursos permitieron generar mayor inversión (ahorro), superávits fiscal, saldo positivo del sector externo y la creación de transferencias directas (bonos) hacia la población con bajos ingresos. Sin embargo, los factores especulativos y climatológicos, entre 2007–2008, han repercutido negativamente en la oferta de bienes de la canasta familiar, generando un alza de precios alimenticios.

No obstante, tanto la política fiscal y monetaria interactuaron de manera coordinada para disminuir dicha inestabilidad; por el lado fiscal se intervino el mercado de alimentos con la creación de la Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos (EMAPA), mismo que vende productos básicos de la canasta familiar, en diferentes regiones del país. Además se promulgó varios Decretos Supremos (DS), restringiendo temporalmente las exportaciones de algunos productos básicos. Estas medidas fueron tomadas con el fin de abastecer la demanda interna. Por lado monetario se ha mantenido estable el tipo de cambio nominal con el fin de contraer la inflación importada y fomentando el uso de la moneda nacional mediante la bolivianización, las operaciones de mercado abierto (OMA's) también fue uno de los instrumentos importantes para controlar el nivel general

de precios. Estas políticas lograron la estabilidad de los precios y la tranquilidad de la población. Además, cabe mencionar que, aun con estas adversidades, se mantuvo la estabilidad económica registrando altas tasas de crecimiento de la región.

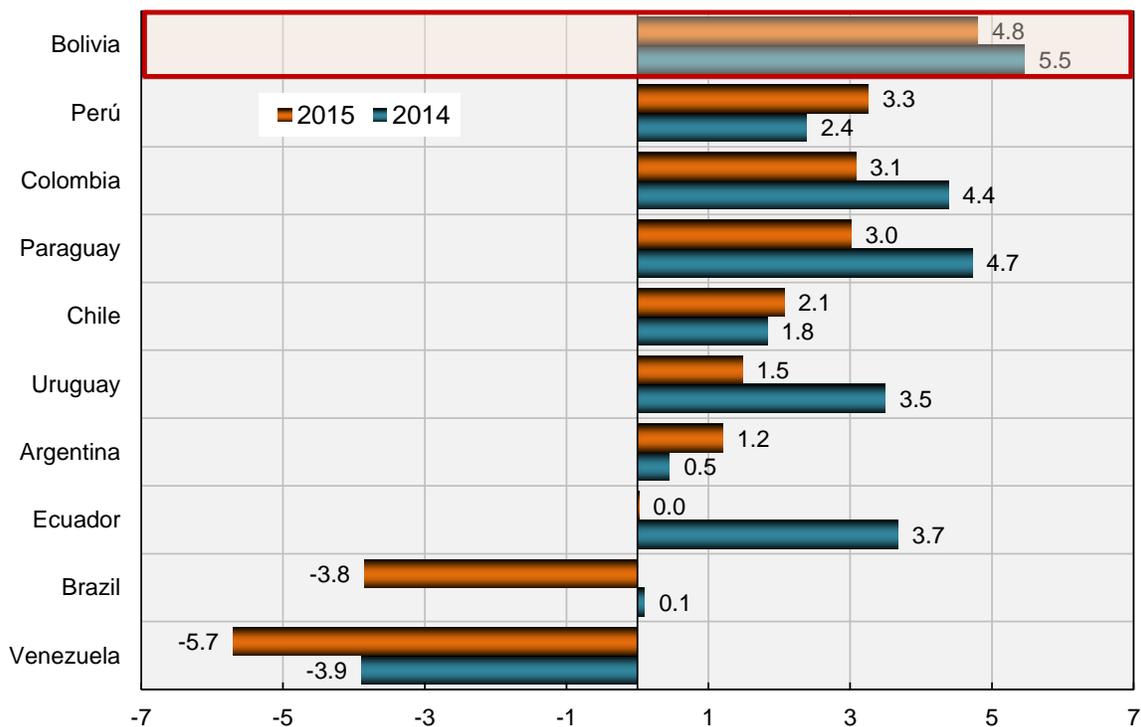
El presente trabajo tiene como principal propósito de analizar el impacto de las perturbaciones externas e internas en la economía boliviana, para tal efecto se plantea un Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico (DSGE sus siglas en inglés) de corte nekeynesiano. Para estimación de parámetros, se utiliza variables de frecuencia trimestral entre 2000:Q1 hasta 2015:Q4, dichas series se obtuvieron del BCB, INE, WEO (FMI). Para desestacionalizar las series con comportamiento estacional, se aplicó el instrumento de destacionalización TRAMO/SEAT, luego se logaritizó y finalmente se extrajeron su componente tendencial y cíclico utilizando filtros de Hodrick-Prescott (HP), Christiano-Fitzgerald (CF) y Baxter-King (BK).

Después de esta introducción, el trabajo se divide en 6 partes, en la parte 2, se describe el comportamiento de algunas variables relevantes de la economía boliviana; en la parte 3, se describe el marco teórico, en la parte 4, se presenta el modelo teórico del DSGE; en la parte 5, se estima y se calibra los parámetros de reacción, en la parte 6, se muestra los principales resultados del modelo, y en la última sección, se realiza algunos comentarios de los resultados obtenidos.

II. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES DE LA ECONOMÍA BOLIVIANA

Cualquier tipo de proceso de modelación debe contar con la conformidad de datos para replicar el proceso de información. En Grafico 1, se puede apreciar el crecimiento económico de los países de la región, donde Bolivia se sitúa en el primer lugar de los países seleccionados durante la gestión 2014 con 5.5% y 2015 con 4.8%, ver Gráfico 1. El bajo nivel crecimiento económico de las economías de la región fue caracterizada por el deterioro de los términos de intercambio y la caída de los precios de materias primas. En muchos de estos casos, sus ingresos fueron influenciados por unos pocos bienes que dominan el sector exportable, principalmente materias primas.

GRÁFICO 1. TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LA REGIÓN
(En porcentaje)

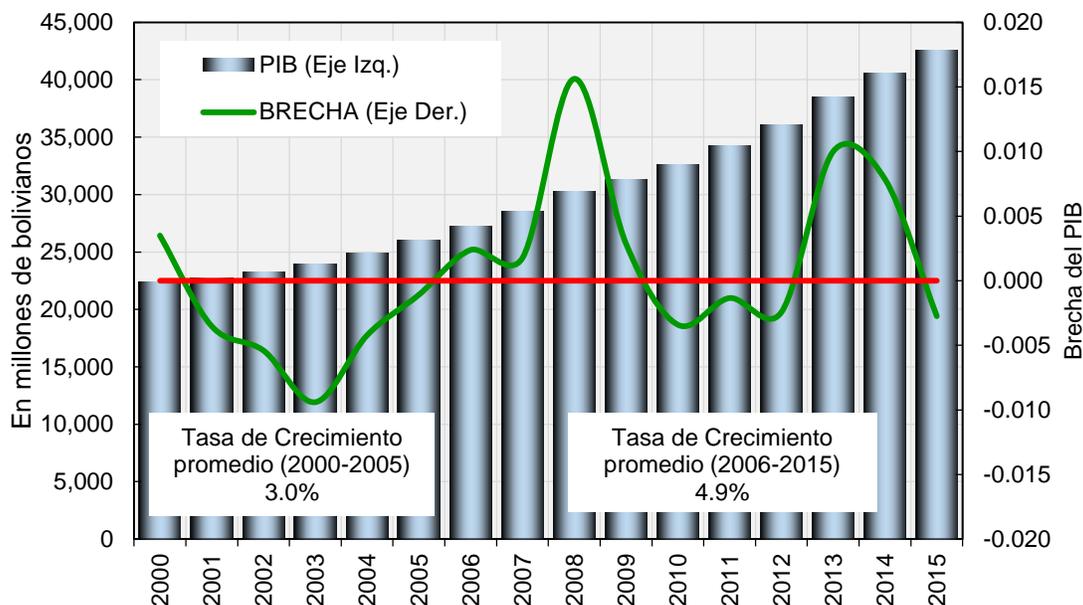


FUENTE: FONDO MONETARIO INTERNACIONAL (WEO-2016)
ELABORACIÓN PROPIA

Entre el año 2000 a 2015, el Producto Interno Bruto real creció en 4.3% promedio, no obstante, se puede apreciar significativas fluctuaciones alrededor de su tendencia, ver Gráfico 2. A partir del 2001 hasta 2005, el valor observado se sitúa por debajo del potencial, dicha situación demuestra la subutilización de factores productivos para la maximización de la producción. Además la desaceleración económica mundial, los diferentes problemas sociales (bloqueos de principales carreteras, paros-manifestaciones en las principales ciudades del país, que culminó en octubre de 2003 con la huida del presidente Gonzalo Sánchez De Lozada que marcó el principio y el fin del modelo económico de libre mercado) y factores climatológicos adversos obstaculizaron el crecimiento económico del país.

A partir de 2006, con la implementación del Modelo Económico Social Comunitario Productivo (MESCP) y el incremento de los precios de materias primas, permitieron generar mayores niveles de crecimiento económico, 4.9% en promedio, ver Gráfico 2.

GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO
(En millones de bolivianos y porcentaje)



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)
ELABORACIÓN PROPIA

El consumo privado de bienes y servicios, tiene una incidencia de 1,7% entre 2000–2005 en el Producto Interno Bruto, mientras, desde 2006 hasta 2015 su incidencia fue de 3,4%, transformándose en la principal fuente para el crecimiento económico, ver Cuadro 1.

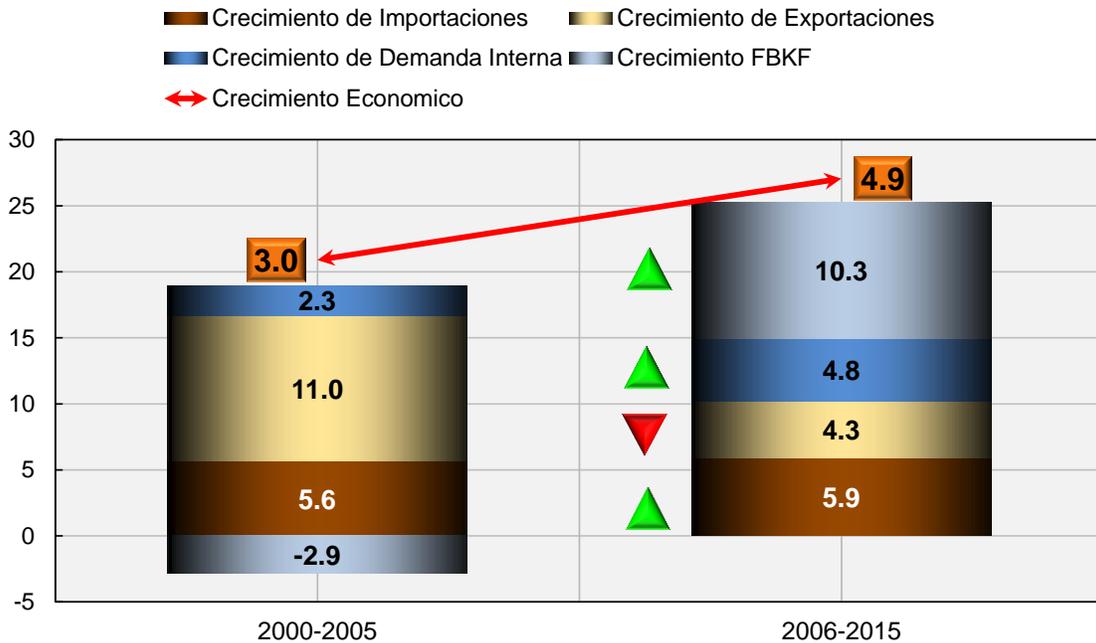
CUADRO 1. INCIDENCIA EN EL PRODUCTO INTERNOS BRUTO REAL
(En porcentaje)

Fuente de Incidencia	2000 - 2005	2006 - 2015
Incidenca de Consumo	1,7	3,4
Incidenca de FBKF	-0,7	1,7
Incidenca de Exportaciones	3,0	1,4
Incidenca de Importaciones	1,6	1,9

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS
ELABORACIÓN PROPIA

Entre 2000–2005, la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) tuvo una incidencia negativa de -0,7%, mientras desde 2006 a 2015, su incidencia fue de 1,7%. Por otro lado, la incidencia de las exportaciones de bienes y servicios disminuyó en 53% $[(1,4/3-1)*100=53]$, mientras la incidencia de las importaciones aumentó en 0,3%.

FIGURA 3. FUENTES DE CRECIMIENTO ECONÓMICO
(En porcentajes)



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE)
ELABORACIÓN PROPIA

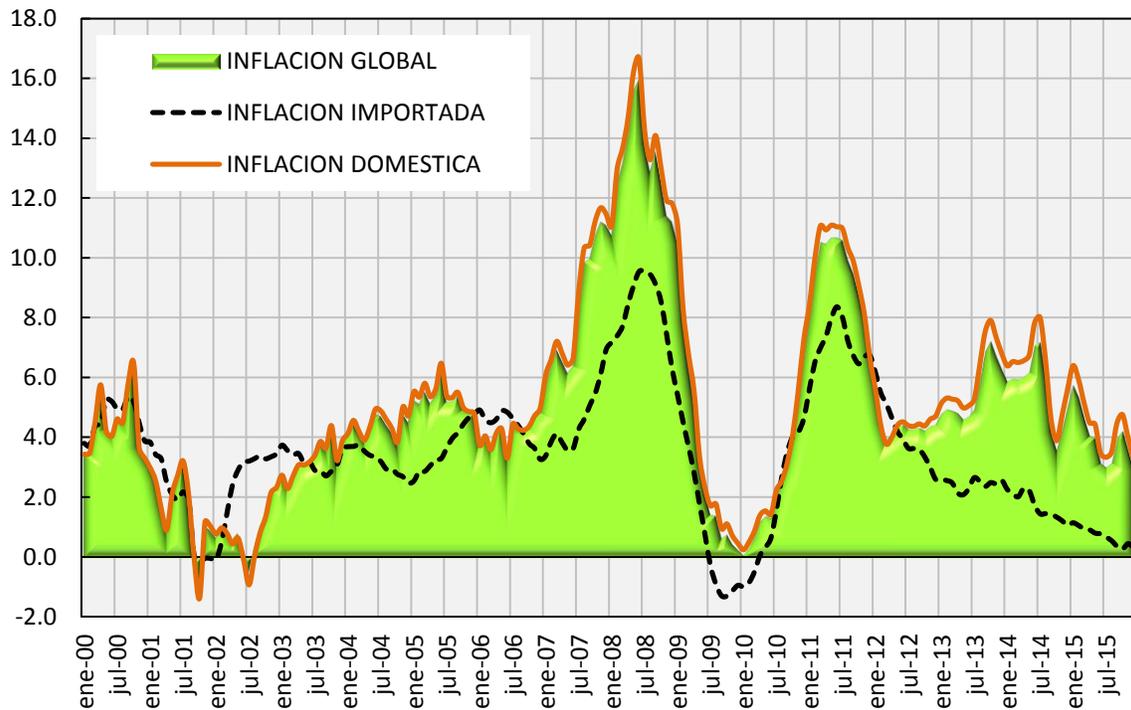
Si se analiza el comportamiento del Producto Interno Bruto por el lado de gasto, se puede apreciar que el crecimiento del Consumo Privado fue en promedio de 2.3% en el primer periodo, mientras, entre 2006 – 2015 fue 4,8% promedio. La Formación Bruta de Capital Fijo, tuvo un crecimiento negativo de -2,9% en el primer periodo, mientras en el segundo periodo su crecimiento fue de 10,3%. Estas dos variables comprenden la demanda interna, por lo cual, son el puntal del crecimiento económico del país.

El crecimiento de las exportaciones de bienes y servicios presenta una disminución de 60% $[(4,3/11,0-1)*100 = -60]$ respecto al primer periodo 2000–2005, esta situación se debe a la diversificación de las exportaciones del país después de la implementación del MESCP. El crecimiento de las importaciones aumentó de 5,6% promedio entre 2000-2005 a 5,9% entre 2006–2015, esta variación positiva se debe al aumento de importación de bienes de capital (principalmente maquinarias).

Por otro lado, entre enero 2000 hasta agosto 2006 la tasa de inflación se mantuvo estable. Sin embargo, entre 2007–2008, la economía boliviana fue víctima de escasez de productos alimenticios debido a factores especulativos, climatológicos y el aumento de las

divisas que permitieron generar mayor demanda interna, dicha situación derivó una mayor presión en los precios de bienes y servicios (aumento de la inflación importada), durante este periodo la inflación registró valores altos (16%) después de 22 años de la época de hiperinflación.

GRÁFICO 4. TASA DE INFLACIÓN
(En porcentaje)

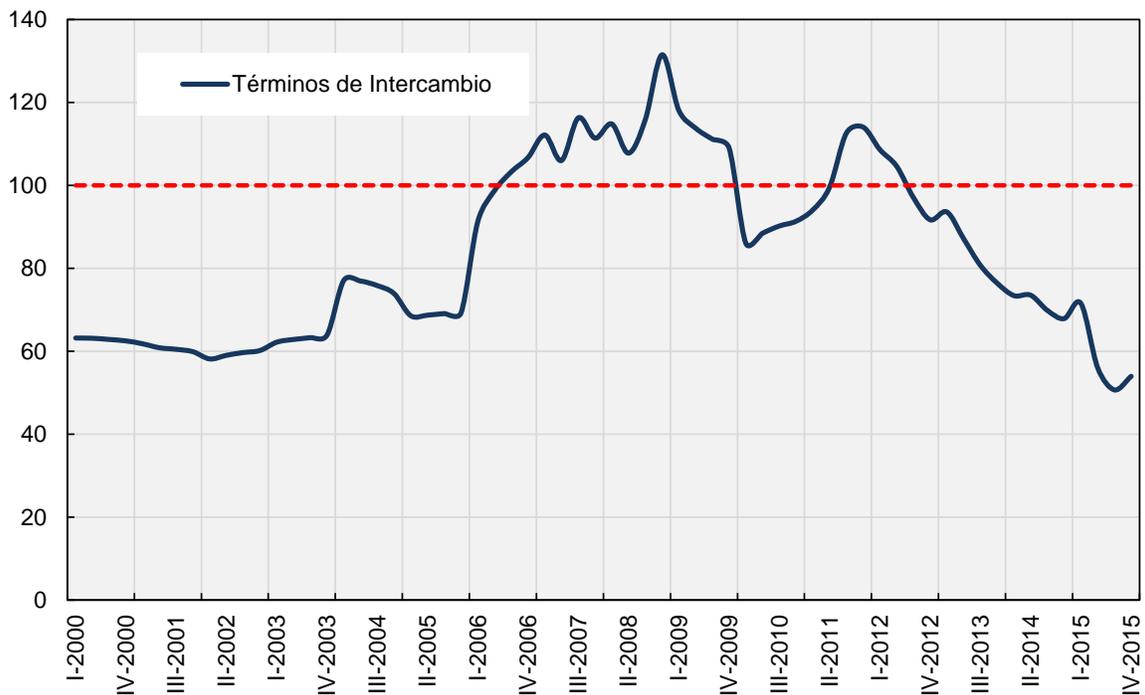


FUENTE: BANCO CENTRAL DE BOLIVIA E INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS
ELABORACIÓN PROPIA

Entre 2009-2010 los precios fueron controlados a través de una mayor coordinación entre la política fiscal y monetaria. Por el lado fiscal se implementó las políticas de control de precios de algunos bienes básicos de consumo (carne, arroz, aceite, azúcar) y restricción de exportaciones para algunos productos básicos.

Por el lado monetario, el Banco Central de Bolivia mantuvo el tipo de cambio en un régimen de crawling-peg e incentivó al mayor uso de la moneda nacional para las transacciones en marco de la bolivianización, dichas políticas fueron para contrarrestar principalmente la inflación importada, por otro lado, las tasas de política monetaria se incrementaron para contraer la demanda agregada y también se utilizaron otros instrumentos de política monetaria como las operaciones de mercado abierto (OMA).

GRAFICO 5. ÍNDICE DE TÉRMINOS DE INTERCAMBIO



FUENTE: BANCO CENTRAL DE BOLIVIA
ELABORACIÓN PROPIA

El Índice de Términos de Intercambio (TII) mide la capacidad de compra que tienen los productos nacionales vendidos en el extranjero, por tanto, es uno de los indicadores determinantes del ingreso de la economía nacional. Un incremento del TII refleja una mejora el poder de compra internacional de bienes y servicios exportables. En el caso de Bolivia, ha evolucionado favorablemente desde 2006 hasta 2011, a partir de 2012 tuvo una disminución debido al incremento de los precios de importación y la disminución de los precios de materias primas.

III. EVIDENCIA EMPIRICA

Los primeros trabajos que dieron lugar al nuevo modelo macroeconómico con microfundamentación, ha sido el de Kydland y Prescott (1982) que integra el análisis de crecimiento económico de largo plazo y las fluctuaciones de corto plazo, estos autores consideran que la tecnología es clave para el crecimiento de largo plazo, empero consideran que las perturbaciones tecnológicas generan importantes fluctuaciones económicas en el corto plazo. Este trabajo estaba orientado hacia el análisis del sector real y bajo la línea del mercado de competencia perfecta, denominado ciclos económicos

reales (RBC). Sin embargo, la economía real, no se sitúa en competencia perfecta, lo cual generó la implementación de nuevos trabajos bajo el nombre de Nueva Macroeconomía Keynesiana (NKM), aunque con algunos fundamentos basados en RBC, este enfoque fue introducida desde un punto de vista de competencia monopolística.

La mayoría de los desarrollos del modelo DSGE de corte nekeynesiano, parte de la especificación propuesta por Dixit y Stiglitz (1997), en la que se especifica un continuo de bienes diferenciados, que da lugar a cada una de las firmas, que tenga el poder de mercado para fijar el precio del bien que produce, Torres (2010). Los NKM fueron inicialmente desarrollados por Retemberg (1982), Svensson (1986), Blanchard y Kiyotaki (1987), Abel (1990) y Erceg et al. (2000), entre otros.

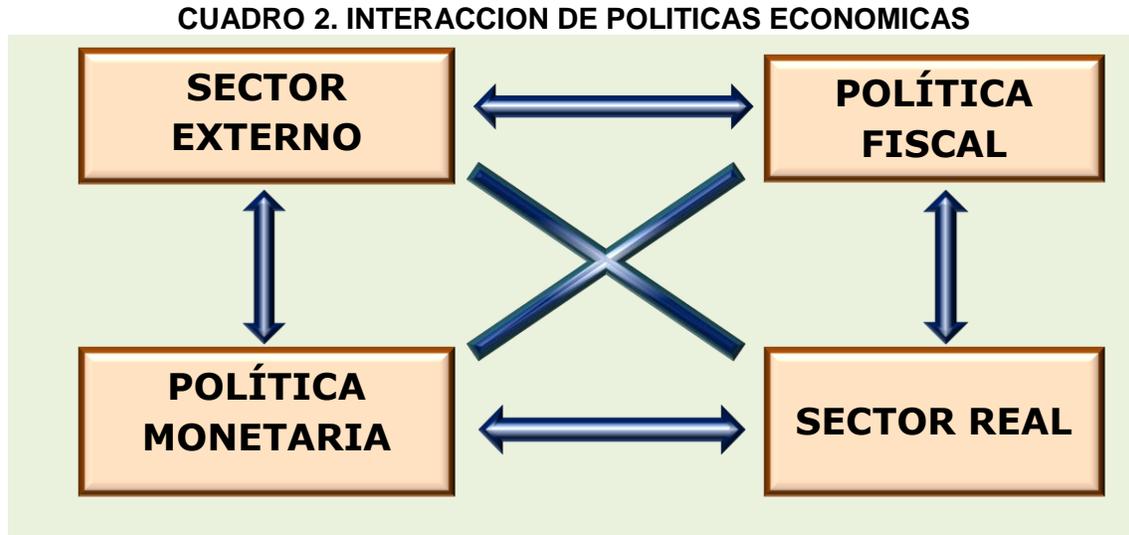
En la actualidad existe un gran interés en el desarrollo a diferentes escalas de estos modelos por parte del sector académico, las instituciones de gobierno, los organismos internacionales y bancos centrales, debido a que los modelos DSGE permiten analizar la respuesta de los diferentes agentes económicos ante cambios en su entorno, determinándose dichas respuestas en un contexto de equilibrio general, en el cual todas las variables endógenas de la economía se determinan de forma simultánea.

Para el caso boliviano, los modelos DSGE fueron poco utilizados, por ejemplo: Vargas (2010) plantea un modelo DSGE del enfoque neoclásico, donde mediante la simulación logra reproducir el comportamiento en estado estacionario de los principales agregados económicos, llegando a la principal conclusión de que Bolivia tiene bajo nivel de crecimiento y poco volátil. Por su parte Cerezo (2010) desarrolla un modelo DSGE de paradigma neokeynesiana para evaluar la efectividad de política monetaria ante distintos shocks, los resultados obtenidos en este trabajo indican que una orientación monetaria que se preocupa únicamente de los desvíos de la inflación es menos exitosa para estabilizar la economía real e incluso los precios. Por otro lado, Valdivia y Montenegro (2008) simulan un modelo DSGE neokeynesiana introduciendo distintas reglas fiscales, como principal resultados fue que las reglas introducidas en el modelo logran estabilizar la economía. Valdivia y Pérez (2013) mediante un modelo DSGE evalúan la interacción de política fiscal y monetaria para un conjunto de países de América Latina; a la conclusión que llegan estos autores es: que la coordinación de política fiscal y monetaria son más efectivas en amortiguar los shocks adversos. Si bien los autores que se mencionaron en apartado anterior realizaron modelos DSGE microfundado, aun no fue explorado el

impacto de las perturbaciones internas y externas mediante lo modelos DSGE con datos de la economía boliviana, lo cual se tratara de implementar en el presente trabajo.

IV. PLANTEAMIENTO DEL MODELO

El punto de partida del modelo está representado de un modelo de demanda agregada que se detalla en el siguiente cuadro.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dentro de estos sectores se encuentran variables endógenas y exógenas. Las variables endógenas se podrían manipular dentro modelo, mientras las variables exógenas no dependen del modelo y se determina fuera del modelo. El modelo en particular se ha tomado en cuenta aquellas variables que son objeto de interés para política económica, específicamente son: crecimiento económico, la inflación, balanza comercial y sus fundamentos de las mismas. Para estimar el modelo, básicamente se tomó las variables como la brecha del PIB real, la variación del índice de los precios (IPC) domestica e importada, tasa de interés, tipo de cambio, gasto del gobierno y la demanda de saldos reales.

Para el análisis del efecto de las perturbaciones externas e internas sobre variables relevantes de la economía boliviana, el modelo DSGE opera bajo los siguientes supuestos: economía pequeña y abierta, formación de hábitos de consumo, imperfecciones de mercado en forma de rigideces nominales. La derivación de las ecuaciones de comportamiento del modelo constituye una adaptación de los trabajos de

Galí (2008), Mickelsson (2009), Litsios (2010) y Grigoras (2010) y Valdivia (2013) para la implementación de regla de agregados monetarios.

HOGARES

Existe un conjunto de familias que pretenden maximizar su función de utilidad dado un nivel de consumo $C_{j,t}$ minimizando el trabajo L_t que representa la cantidad de horas trabajadas, de manera tal que la función de utilidad a maximizar es:

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^Y} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1-\varphi} L_{t+j}^{1+\varphi} \right] \quad (1)$$

Dónde: β es el factor de descuento, θ constituye una medición de aversión al riesgo, φ representa la elasticidad e oferta de trabajo, C es el consumo total, L es la oferta de trabajo y γ es la persistencia de los hábitos de consumo.

El consumo total está compuesto tanto de bienes y servicios producidos domésticamente como de bienes y servicios importados, lo cual se representa mediante una función de elasticidad de sustitución constante (CES).

$$C_t = \left[(1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (C_t^d)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} (C_t^f)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (2)$$

Donde δ es el parámetro que indica el grado de apertura de la economía nacional al resto del mundo, $\eta > 0$ representa la elasticidad de sustitución entre un bien nacional y extranjero, C_t^d y C_t^f representan el consumo de bienes nacionales y extranjeros.

La restricción presupuestaria a la que se enfrenta el hogar representativo viene dado por:

$$(1 + i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} = B_{t+j+1} + P_t C_t \quad (3)$$

Donde, W es el salario real, B son los activos en forma de bonos, P es el nivel general de precios e i es la tasa de interés nominal.

Además, reemplazando la ecuación (2) en $P_t C_t$ se tiene:

$$P_t C_t = P_t \left[(1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} (C_t^d)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} (C_t^f)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} = P_{H,t} C_{H,t} + E_t P_{F,t} C_{F,t} \quad (4)$$

Donde, $P_{H,t}$ representa el nivel de precios de bienes doméuticos, E_t el tipo de cambio nominal y $P_{F,t}$ es el precio de bienes importados (extranjeros).

Para la optimización de este problema, se plantea el langrangiano de la siguiente forma:

$$\Lambda = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^Y} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1-\varphi} L_{t+j}^{1+\varphi} \right] + \sum_{t=0}^{\infty} \lambda_{t+j} \left[\begin{array}{l} (1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} \\ -B_{t+j+1} - P_t C_t \end{array} \right] \quad (5)$$

Es decir:

$$\Lambda = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{C_{t+j}}{C_{t+j-1}^Y} \right)^{1-\theta} - \frac{1}{1-\varphi} L_{t+j}^{1+\varphi} \right] + \sum_{t=0}^{\infty} \lambda_{t+j} \left[\begin{array}{l} (1+i_t)B_{t+j} + W_{t+j}L_{t+j} \\ -B_{t+j+1} - P_{H,t}C_{H,t} - E_t P_{F,t}C_{F,t} \end{array} \right] \quad (6)$$

Aplicando las condiciones de primer orden (CPO) a la ecuación (5) nos permitirá obtener la ecuación de Euler para el consumo y para la demanda óptima de trabajo del hogar representativo.

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_t} = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{Y(1-\theta)}} = \lambda_t P_t \quad (7)$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial C_{t+1}} = \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{Y(1-\theta)}} = \lambda_{t+1} P_{t+1} \quad (8)$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial L_t} = L_t^\varphi = \lambda_t W_t \quad (9)$$

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial B_{t+1}} = \lambda_{t+1} (1+i_t) = \lambda_t \quad (10)$$

Despejando λ_t y λ_{t+1} de la ecuación (7) y (8) y remplazando en la ecuación (10), se obtiene la ecuación de Euler:

$$\frac{\beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}}}{P_{t+1}} (1 + i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \Rightarrow \beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1 + i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} \left(\frac{P_{t+1}}{P_t} \right)$$

$$\beta \frac{C_{t+1}^{-\theta}}{C_t^{\gamma(1-\theta)}} (1 + i_t) = \frac{C_t^{-\theta}}{C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} (1 + \pi_{t+1})$$

$$C_t^{\gamma(1-\theta)-\theta} = \beta \frac{(1 + i_t) C_{t+1}^{-\theta} C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}}{(1 + \pi_{t+1})} \quad (11)$$

Donde, π es la tasa de inflación. Combinando la ecuación (7) y (9) se obtiene la ecuación del comportamiento de la oferta de trabajo de los agentes.

$$L_t^\varphi = \frac{C_t^{-\theta}}{P_t C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)}} W_t \Rightarrow L_t^\varphi C_t^\theta C_{t-1}^{\gamma(1-\theta)} = \frac{W_t}{P_t} \quad (12)$$

Log linealizando las ecuaciones (11) y (12) respecto a su nivel de estado estacionario obtenemos:

$$(\gamma(1 - \theta) + \theta)c_t = \gamma(1 - \theta)c_{t-1} + \theta c_{t+1} - i_t + \pi_{t+1} \quad (13)$$

$$\varphi l_t + \theta c_t - \gamma(\theta - 1)c_{t-1} = w_t \quad (14)$$

La ecuación (11) es equivalente en una curva IS dinámica expresada en (13).

FIRMAS

Las firmas producen Y_t unidades para un periodo determinado, cuyo nivel de producción es decidido por el estado de tecnología A_t y el factor trabajo L_t ¹.

$$Y_t = A_t L_t^{1-\alpha} \quad (15)$$

Aplicando las condiciones de primer orden (CPO) a la ecuación (15) se obtiene la productividad marginal de trabajo.

¹ En la función de producción, no se incluye el factor capital por dos razones: primero, en corto plazo el capital es fijo, por tanto es normalizado a uno; segundo, en Bolivia no se cuenta con una serie oficial de acervo de capital.

$$\frac{\partial Y}{\partial L_t} = PmgL = \frac{A_t(1 - \alpha)}{L_t^\alpha} = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{L_t} \quad (16)$$

Al escribir la ecuación (15) y (16) en logaritmos se tiene:

$$y_t = \alpha_t + (1 - \alpha)l_t \Rightarrow l_t = \frac{y_t - \alpha_t}{1 - \alpha} \quad (17)$$

$$pmg(l)_t = y_t - l_t \quad (18)$$

Costo marginal real para las empresas está dado por:

$$cmg_t = w_t^n + p_{H,t} - pmg(l)_t \quad (19)$$

Donde, w_t^n es el salario nominal. Incluyendo el nivel general de precios en la ecuación (19) se tiene:

$$cmg_t = (w_t^n - p_t) + (p_{H,t} + p_t) - pmg(l)_t$$

$$cmg_t = (w_t^n - p_t) + \delta s_t - pmg(l)_t \quad (20)$$

Donde, s_t es el término de intercambio y viene dada por:

$$S_t = \frac{E_t P_t^*}{P_{H,t}} \quad (21)$$

Aplicando logaritmos a la ecuación (20) se tiene:

$$s_t = e_t + p_t^* - p_{H,t} \quad (22)$$

Al combinar la función de oferta de trabajo (14) con la de costos marginales (19) y (20) se obtiene:

$$cmg_t = (\varphi l_t - (\theta - 1)c_{t-1} + c_t) + \delta s_t - (y_t + l_t) \quad (23)$$

Sustituyendo (17) en la ecuación (23) se tiene:

$$cmg_t = \left(\frac{\varphi + \alpha}{1 - \alpha}\right) \left(\frac{\varphi + 1}{1 - \alpha}\right) y_t \alpha_t - \gamma(\theta - 1)c_{t-1} + \theta c_t + \delta s_t \quad (24)$$

La curva de Phillips en términos de la inflación doméstica es:

$$\pi_{H,t} = \beta\pi_{H,t+1} + \lambda cmg_t \quad (25)$$

Donde λ es un parámetro asociado a la rigidez de precios de acuerdo a Calvo (1983) y se define como:

$$\lambda = \frac{(1-\omega)(1-\beta\omega)}{\omega} \left(\frac{1-\alpha}{1-\alpha+\alpha\varepsilon} \right) \quad (26)$$

Combinando (24) y (25) se obtiene la especificación de la curva de Phillips neo keynesiana con formación de hábitos de consumo para una economía abierta:

$$\pi_{H,t} = \beta\pi_{H,t+1} + k_y y_t - k_\alpha \alpha_t - \lambda\gamma(\theta-1)c_{t-1} + \lambda\theta c_t + \lambda\delta s_t \quad (27)$$

Dónde:

$$k_y = \lambda \frac{\varphi + \alpha}{1 - \alpha} \quad (28)$$

$$k_\alpha = \lambda \frac{\varphi + 1}{1 - \alpha} \quad (29)$$

SECTOR EXTERNO

Para incorporar el sector externo dentro del modelo, partimos de la ecuación (2) y (4), donde se sabe que el consumidor demanda bienes nacionales e importados. Con la finalidad de obtener las cantidades óptimas de ambos tipos de consumo, planteamos la siguiente función langrangiano.

$$C_t = \left[(1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (C_t^d)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} (C_t^f)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

$$P_t C_t = P_t \left[(1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (C_t^d)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} (C_t^f)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} = P_{H,t} C_{H,t} + E_t P_{F,t} C_{F,t}$$

$$\min(\Lambda_x) = P_t C_t - P_{H,t} C_{H,t} - E_t P_{F,t} C_{F,t} - \lambda_c \left\{ C_t - \left[(1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (C_t^d)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \delta^{\frac{1}{\eta}} (C_t^f)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \right\} \quad (30)$$

Aplicando las condiciones de primer orden (CPO) a la ecuación (30) se tiene.

$$\frac{\partial \Lambda_x}{\partial C_{H,t}} = -P_{H,t} + \lambda_c C_t^{\frac{1}{\eta}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{\frac{1}{\eta}} = 0 \quad (31)$$

$$\frac{\partial \Lambda_x}{\partial C_{F,t}} = -E_t P_{F,t} + \lambda_c C_t^{\frac{1}{\eta}} \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{\frac{1}{\eta}} = 0 \quad (32)$$

$$\frac{\partial \Lambda_x}{\partial C_t} = P_t - \lambda_c = 0 \quad (33)$$

Despejando λ_c de la ecuación (31) y (32) y reemplazando en la ecuación (33), se tiene:

$$P_{H,t} = P_t C_t^{\frac{1}{\eta}} (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} C_{H,t}^{-\frac{1}{\eta}} \Rightarrow C_{H,t} = (1 - \delta) \left(\frac{P_t}{P_{H,t}} \right)^{\eta} C_t \quad (34)$$

$$E_t P_{H,t} = P_t C_t^{\frac{1}{\eta}} \delta^{\frac{1}{\eta}} C_{F,t}^{-\frac{1}{\eta}} \Rightarrow C_{F,t} = \delta \left(\frac{P_t}{E_t P_{H,t}} \right)^{\eta} C_t \quad (35)$$

Ahora podemos reemplazar la ecuación (34) y (35) en (2) para obtener la ecuación del nivel general de precio:

$$P_t = [(1 - \delta) P_{H,t}^{1-\eta} + \delta (E_t P_t^*)^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (36)$$

Dividiendo la ecuación (36) con $P_{H,t}$, se tiene:

$$\frac{P_t}{P_{H,t}} = [(1 - \delta) + \delta S_t^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (37)$$

La linearización logarítmica alrededor de su estado estacionario definido como $P = EP^*$ conduce a:

$$P_t - p_{H,t} = \delta s_t \quad (38)$$

Al dividir P_t entre $E_t P_t^*$ conduce a:

$$\frac{P_t}{E_t P_t^*} = [(1 - \delta) S_t^{-\eta} + \delta] \quad (39)$$

La linearización conduce a:

$$P_t - e_t - p_t^* = -\eta(1 - \delta)s_t \quad (40)$$

A partir de la linearización de la ecuación (34) y (35) y al combinarlas con (38) y (40) se tiene:

$$c_{H,t} = \eta\delta s_t + c_t \quad (41)$$

$$c_{F,t} = c_t - \eta(1 - \delta)s_t \quad (42)$$

Donde, c_F representa las importaciones. Por tanto, la ecuación (2) linearizada, está dada por:

$$c_t = (1 - \delta)c_{H,t} + \delta c_t \quad (43)$$

Para las exportaciones se emplea una especificación ad hoc:

$$\frac{X_t}{Y_t^*} = [\delta^* S_t^{\eta^*}]^\mu \left(\frac{X_{t-1}}{Y_{t-1}^*} \right); \quad \mu \sim iid(0, \sigma^2) \quad (44)$$

Expresando la ecuación (44) en forma log-lineal se tiene.

$$x_t = y_t^* + \mu\eta^* s_t + (1 - \mu)(x_{t-1} - y_{t-1}^*) \quad (45)$$

Las exportaciones netas están dada por:

$$XN_t = X_t - M_t \quad (46)$$

Expresando de forma lineal se tiene:

$$xn_t = \delta(x_t - m_t) \quad (47)$$

La condición de equilibrio para la economía doméstica viene dado por consumo total, sector externo y el gasto gubernamental, como se describe en la ecuación (48):

$$Y_t = (1 - \delta) \left(\frac{P_t}{E_t P_{H,t}} \right)^\eta C_t + [\delta^* S_t^{\eta^*}]^\mu \left(\frac{X_{t-1}}{Y_{t-1}^*} \right) + G_t \quad (48)$$

La versión linealizada de la ecuación anterior es:

$$y_t = ((1 - \delta)\eta + \mu\eta^*)\delta s_t + (1 - \delta)c_t + \delta y_t^* + \delta(1 - \mu)(x_{t-1} - y_{t-1}^*) + \mu(g_t - g_{t-1}) \quad (50)$$

INFLACIÓN Y EL TIPO DE CAMBIO REAL (TCR)

La inflación se refiere a la variación porcentual del nivel general de precios definido por la ecuación (36), una aproximación a la Taylor de primer orden conduce a:

$$p_t = (1 - \delta)p_{H,t} + \delta(e_t + p_t^*) = p_{H,t} + \delta(e_t + p_t^* - p_{H,t}) \quad (51)$$

De la ecuación (38) se tiene que $P_t = p_{H,t} + \delta s_t$, al tomar las diferencias se obtiene la tasa de inflación:

$$\pi_t = \pi_{H,t} + \delta \Delta s_t \quad (52)$$

Por otro lado, el tipo de cambio real (TCR) pone de manifiesto que la dinámica inflacionaria en pequeñas economías abiertas difiere de la dinámica inflacionaria en economías cerradas, debido a los diferenciales de precios entre los bienes producidos domésticamente y los producidos en los extranjeros.

$$Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t} \quad (53)$$

La forma linealizada de la ecuación (53) viene dado por:

$$q_t = e_t + p_t^* - p_t = s_t - (p_t + p_{H,t}) = s_t - \delta s_t \Rightarrow q_t = s_t(1 - \delta) \quad (54)$$

ECUACIÓN DE LA PARIDAD DE LOS ACTIVOS Y PARIDAD DESCUBIERTA DE LA TASA DE INTERÉS

La ecuación de la dinámica de activos se define mediante la siguiente expresión:

$$B_t = \left(\frac{1 + i_{t-2}}{1 + \pi_{t-1}} \right) B_{t-1} + P_{H,t} Y_{t-1} - P_{t-1} C_{t-1} \quad (55)$$

Linealizando se tiene:

$$b_t = (1 + i_{t-2} - \pi_{t-1}) b_{t-1} + y_{t-1} - c_{t-1} - \delta s_{t-1} \quad (56)$$

La paridad descubierta de la tasa de interés es una teoría clásica de la economía internacional que postula que el diferencial de interés entre dos países debería ser igual, en promedio, a la variación del tipo de cambio. Consecuentemente las economías con

altas tasas de interés deberían tener con tendencia a la depreciación, tiene la siguiente expresión.

$$(1 + i_t) = (1 + i_t^*)\Phi_t \left(\frac{E_{t+1}}{E_t} \right) \quad (57)$$

Donde Φ representa la prima de riesgo que es necesaria para que el modelo alcance un estado estacionario. Una razón intuitiva para la existencia de prima de riesgo, es que los tipos de interés (domésticos y externos) difieren por la razón de que los ahorros domésticos tienen un riesgo relativo de alto o bajo y se define de la siguiente forma:

$$\Phi_t = \exp(-\psi b_t) \quad (58)$$

Combinando la ecuación (57) y (58), además de linealización, se tiene:

$$i_t = i_t^* - \psi b_t + \Delta e_{t+1} \quad (59)$$

Remplazando la ecuación (22) en (59) se tiene:

$$i_t = i_t^* - \Phi b_{t-1} + \Delta s_{t+1} - \pi_{t+1}^* + \pi_{H,t+1} \quad (60)$$

BANCO CENTRAL

El banco central ésta caracterizada por dos instrumentos para implementar su política monetaria: i) el manejo de la tasa de interés nominal siguiendo la regla de tipo Taylor, esta regla usualmente depende de la inflación y la dinámica del producto y es suavizada con la tasa de interés en forma inercia, sin embargo, en este trabajo se adiciona el tipo de cambio por ser un precio clave en la economía boliviana y shock idenpendiente e idénticamente distribuido (iid) y ii) el manejo de la cantidad de dinero a través de una regla monetaria, esta regla introduce al modelo debido que en el Banco Central de Bolivia (BCB) se basa en ella mediante las operaciones de mercado abierto (OMA's). A continuación se presentan ambas reglas linealizadas.

$$i_t = \xi i_{t-1} + \phi \pi_t + \phi y_t + \delta(s_{t+1} - s_t) + v; \quad v \sim iid(0, \sigma^2) \quad (61)$$

$$m_t = \xi m_{t-1} + \phi \pi_t + \phi y_t + \mu; \quad \mu \sim iid(0, \sigma^2) \quad (62)$$

PERTURBACIONES ESTOCÁSTICAS

El modelo cuenta con las siguientes perturbaciones:

$$\text{Shock de tecnología:} \quad \alpha_t = \rho\alpha_{t-1} + \varepsilon_t^Y \quad (63)$$

$$\text{Shock de gasto público:} \quad z_t = \rho z_{t-1} + \varepsilon_t^G \quad (64)$$

$$\text{Shock de política monetaria (regla - 1):} \quad v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t^i \quad (65)$$

$$\text{Shock de política monetaria (regla - 1):} \quad \mu_t = \rho\mu_{t-1} + \varepsilon_t^m \quad (66)$$

$$\text{Shock de la economía externa:} \quad y_t^* = \rho y_t^* + \varepsilon_t^* \quad (67)$$

$$\text{Shock de la inflación doméstica:} \quad \pi_t = \rho\pi_{t-1} + \varepsilon_t^\pi \quad (66)$$

$$\text{Shock de la inflación importada:} \quad \pi_t^* = \rho\pi_t^* + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad (67)$$

V. OBTENCIÓN DEL VALOR NUMÉRICO DE LOS PARÁMETROS

La fuente de calibración de parámetros son obtenidos por cuentas nacionales, resultado de estudios anteriores y estimaciones auxiliares.

TABLA 1. PARÁMETROS DEL MODELO

PARÁMETRO	FUENTE DE OBTENCIÓN	VALOR NUMÉRICO	REFERENCIA
β	Calibrado	0,99	Torres (2010)
γ	Estimado	0,68	Cálculos propios del autor
φ	Calibrado	5,00	Nickelsson (2009)
α	Calibrado	6,00	Valdivia Montenegro (2008)
δ	Estimado	0.62	INE
η	Calibrado	2,00	Duncan (2005)
$\omega, \varepsilon, \eta^*$	Calibrados	$\omega = 0.28$ $\varepsilon = 6$ $\eta^* = 3$	Valdivia Montenegro (2008)
ρ_a	Estimado	0.87	Cálculos propios del autor
$\varphi_y, \varphi_\pi, \rho_v$	Calibrados	$\varphi_y = 0.04$ $\varphi_\pi = 1.01$ $\rho_v = 0.45$	Cálculos propios del autor
ψ	Calibrado	0.01	Chumacero, Schmidt-Hebbel y Fuentes (2004)
$\rho_z, \rho_u, \rho_y^*, \rho_\pi^*$		$\rho_z = 0.8$ $\rho_u = 0.8$ $\rho_y^* = 0.8$ $\rho_\pi^* = 0.8$	Burriel, Fernandez-Villaverde, Rubio y Ramirez (2010)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

VI. SIMULACIÓN DEL MODELO

El modelo DSGE, es resuelto en Dynare 4.3.3 montado en matlab, las perturbaciones que se analizan son los siguientes: productividad, demanda nacional, inflación doméstica, tasa de interés de política monetaria, regla de agregados monetarios, producción e inflación de la economía mundial. Estos shocks son examinados mediante Función Impulso Respuesta (FIR) que se presentan en el Anexo B.

- Shock de productividad

Un shock en la productividad coloca a la producción agregada por encima de su estado estacionario (incremento del PIB). Este resultado a su vez aumenta el consumo agregado y consumo doméstico, mientras, las importaciones de bienes y servicios, se sitúa por debajo de su estado estacionario durante dos primeros trimestres para luego situarse por encima de su estado estacionario. Además, el aumento de la producción, genera mayor capacidad de exportar, mismo que es acompañado por una mejora de los términos de intercambio y la depreciación del tipo de cambio real. Dado que las exportaciones superan a las importaciones, la balanza comercial registra valores superavitarios durante los cuatro trimestres, en los siguientes periodos se torna deficitario.

- Shock de la demanda nacional

Un shock de la demanda, aumenta por encima de su nivel de equilibrio, tanto al consumo doméstico como también las importaciones de bienes y servicios, este incremento tiene una duración de diez trimestres, aproximadamente. Además, el aumento del consumo agregado viene acompañado por una apreciación del tipo de cambio real durante un periodo de cuatro trimestres. Esta situación implica. 1) una caída de la producción por debajo de su estado estacionario durante ocho trimestres, para luego situarse por encima de su estado estacionario, 2) una disminución de las exportaciones durante 14 trimestres, para luego situarse por encima de su estado estacionario durante los siguientes periodos, 3) la inflación nacional se sitúa por encima de su estado estacionario durante siete trimestres, 4) los salarios se encuentran por encima de su estado estacionario la mayor parte del periodo analizado, 5) el factor trabajo, se encuentra por debajo de su estado estacionario durante siete trimestres, luego, en los periodos posteriores se sitúa por encima del estado estacionario.

- Shock de la inflación domestica

En teoría existe una dicotomía entre la inflación y el crecimiento económico. Sin embargo, para la economía boliviana, una perturbación de la inflación coloca al producto por debajo de su estado estacionario, durante diez trimestres. La contracción de la producción repercute en el consumo agregado y sus componentes (consumo doméstico e importaciones) debido a la pérdida de poder adquisitivo del salario real (el salario se sitúa por debajo de su nivel de estacionario, por un periodo de 15 trimestres). Además, la contracción del producto, coloca a las exportaciones de bienes y servicios por debajo de su estado estacionario por un periodo de seis trimestres, lo que a su vez genera un déficit de las exportaciones netas durante un periodo de tres trimestres. Sin embargo, a partir del cuarto trimestre, las exportaciones netas se sitúan por encima de su estado estacionario, lo cual se atribuye a la disminución de las importaciones en mayor proporción que exportaciones.

- Shock de la tasa de política monetaria

Un shock de la tasa de interés de política monetaria, tiene un efecto permanente el consumo agregado, situando por debajo de su estado estacionario. El componente que más se contrae, son las importaciones de bienes y servicios. La producción se sitúa por debajo de su estado estacionario durante diez trimestres, esta contracción repercute en las exportaciones, situando por debajo de su estado estacionario durante cuatro trimestres. Como se puede apreciar, el shock de la tasa de política monetaria tiene efecto transitorio, debido a que la mayoría de las variables vuelven a su estado estacionario máximo hasta decimo trimestre.

- Shock del agregado monetario

Un shock de la regla del agregado monetario, logra controlar la inflación nacional, colocando por debajo de su estado estacionario durante tres trimestres. Sin embargo, este shock, tiene consecuencias en el sacrificio del nivel de la producción, por un lapso de tres trimestres. No obstante, lo que llama la atención, que dicho shock tiene efecto transitorio en las principales variables de la economía, además tiene un lineamiento contracíclico, reflejando la política monetaria implementada en el país.

- Shock de la economía mundial

Una mejora de la economía mundial, sitúa a la producción por encima de su estado estacionario, por un lapso de seis trimestres. Dado que la producción se expande, también las exportaciones se incrementan en el similar periodo que la producción. Cabe destacar que la economía nacional y externa, están relacionados mediante el comercio de bienes y servicios y, mercados financieros a través de las tasa de interés. La expansión de tasa de interés externa repercute en el aumento de la tasa de interés doméstica, situándola por encima de su estado estacionario durante 20 trimestres. Este aumento de la tasa de interés local, coloca al consumo agregado y sus componentes, por debajo de su estado estacionario, durante un periodo de 10 trimestres.

- Shock de la inflación del resto del mundo

La perturbación de la inflación externa, coloca a la producción nacional por encima de su estado estacionario lo que a su vez genera, aumento de las exportaciones de bienes y servicios. El aumento de la inflación externa viene acompañado por el aumento de la tasa de interés externa que implica el aumento de la tasa de interés nacional. Este comportamiento de las tasas, coloca al consumo agregado y sus componentes, por debajo de su estado estacionario.

- Shock del gasto de Gobierno

El shock del gasto del Gobierno, coloca al consumo agregado por debajo de su estado estacionario durante tres trimestres, mientras el resto del periodo se sitúa por encima de su estado estacionario. Bajo este criterio, se considera que, entre el gasto público y el consumo, son complementarios. La producción se sitúa por encima de su estado estacionario por un periodo de tres trimestres, los salarios se incrementan, el factor trabajo se sitúa por encima de su estado estacionario. Cabe mencionar que este shock, tiene un efecto transitorio en la economía boliviana, debido que la mayoría de las variables retornan a su estado estacionario en un periodo menor a 10 trimestres. Además se debe destacar, que el gasto del gobierno presenta un comportamiento contracíclico como resultado de la implementación del Modelo Económico Social Comunitario Productivo (MESCP).

VII. COMENTARIOS FINALES

En el presente documento se analizó el impacto y la magnitud de las perturbaciones externas e internas en la economía boliviana. Para tal efecto, se calibró un modelo DSGE, bajo los siguientes criterios: economía pequeña y abierta con imperfecciones de mercado (competencia monopolística) en forma de rigideces nominales y formación de hábitos en el consumo.

Las siguientes perturbaciones son consideradas en el análisis: productividad, demanda, inflación, regla de la tasa de política monetaria, regla de los agregados monetarios que aplica el Banco Central de Bolivia, e inflación y producto de la economía externa.

Los resultados de la simulación del modelo muestran que, un shock de la productividad tiene como efectos: el aumento en la producción agregada, las exportaciones y el consumo agregado; principalmente en el componente doméstico de dicho consumo.

Por otro lado, un shock de la demanda genera un incremento en el consumo agregado, tanto el componente doméstico como las importaciones; y una disminución del producto y las exportaciones para después colocarse por encima del estado estacionario.

El shock de la inflación, al mostrar una relación inversa con el producto, contrae tanto el consumo agregado como las exportaciones. La perturbación de la regla de política monetaria (aumento de la tasa de interés) contrae el producto, el consumo agregado, disminuye la capacidad de las exportaciones y las presiones inflacionarias; sin embargo, a diferencia de las otras perturbaciones, este shock tiene un efecto transitorio, puesto que las variables vuelven a su estado estacionario con rapidez. Las perturbaciones en la economía externa tienen efectos diferenciados sobre las variables de la economía nacional; por un lado, expanden la producción agregada y las exportaciones. Por el otro, se incrementa la tasa de interés interna, ocasionando de esta forma que el consumo agregado esté por debajo de su estado estacionario para retornar a él después del décimo período. La perturbación del gasto del Gobierno, aumenta el consumo agregado después tres periodos de rezago, aumenta la producción, el trabajo también el salario, sin embargo, la perturbación de esta variable tiene efecto transitorio al igual que la tasa de política monetaria, además, el gasto del gobierno presenta un comportamiento

contracíclico como resultado de la implementación del Modelo Económico Social Comunitario Productivo (MESCP).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abel, A. (1990). Asset prices under habit formation and catching up with the joneses. *The American Economic Review*, 80 (20)(2), 6.
- Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., & Villani, M. (2007). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Sveriges Riksbank - working papers series*, 170, 41.
- Calvo, G. (1983). Staggered prices in a utility-maximising framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(10027), 16.
- Caputo, R., Liendo, F., & Medina, P. (2006). Modelo nekeynesiano para Chile durante el periodo de metas de inflación: un enfoque estructural. *Banco Central de Chile*, 9(402), 27.
- Castillo, C. E. (2012). Un Modelo Macroeconomico para Guatemala Estimado por Métodos Bayesianos. *Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala*, 3-84.
- Cerezo, S. (2010). Un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para el análisis de la política monetaria en Bolivia. *Revista de análisis (Banco Central de Bolivia)*, 13(2), 40.
- Christiano, L., & Eichenbaum, M. (1990). Current real business cycle theories and aggregate labor market fluctuations. *Federal Reserve Bank of Minneapolis - Intitute for Empirical Macroeconomics - Discussion papers series*, 24(55480), 48.
- Christiano, L., Eichenbaum, M., & Evans, C. (2005). Nominal rigiditis and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, 113(1), 45.
- Erceg, C., Henderson, D., & Levin, A. (2000). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics*, 46(000-000), 33.
- Estévez, D., & Sáez, F. (2011). Estimation of general equilibrium model in dynamic economies using Markov Chain monte Carlo Methods. *Banco Central de Venezuela*, 126, 46.
- Fernandez - Villaverde, J., & Rubio - Ramirez, J. (2004). Comparing dynamic equilibrium models to data, a bayesian approach. *Journal of Applied Econometrics*, 123(891–910), 20.

- Kydland, F., & Prescott, E. (11 de 1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50.
- Kydland, F., & Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 27.
- Mendoza, R., & Boyán, R. (2012). Metas Explícitas de Inflación y la Política Monetaria en Bolivia. *Revista Analisis*, 1-37.
- Rotemberg, J., & Woodford, M. (1993). Dynamic General Equilibrium Models with Imperfectly Competitive Product Markets. *NBER Working Paper*, EFG(4502), 63.
- Smets, F., & Wouters, R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1(171), 70.
- Valdivia, D., & Montenegro, M. (2008). Bolivia's Fiscal Rules: Dynamic Stochastic General Equilibrium Model Approach. *SSRN*, 30(1), 32.
- Valdivia, D., & Montenegro, M. (2010). Bolivia's Fiscal Rules: Dynamic Stochastic General Equilibrium Model Approach. *SSRN*, 30(1), 32.
- Valdivia, D., & Pérez, D. (2013). Dynamic economic and coordination on fiscal – monetary policies in Latin América: Evaluation through a DSGE model. *Munich Personal RePEc Archive*, 9(51562), 43.
- Vargas, J. (2010). Análisis del crecimiento y ciclos económicos: una aplicación general para Bolivia. *Revista de análisis (Banco Central de Bolivia)*, 13(1), 38.

ANEXO A. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA

Vector Error Correction Estimates
Date: 09/25/16 Time: 14:48
Sample (adjusted): 1997Q2 2015Q4
Included observations: 75 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LPIB(-1)	1.000000	
PEA_BOL(-1)	-0.352830 (0.20705) [-1.70411]	
C	-56.20242 (26.8011) [-2.09702]	
Error Correction:	D(LPIB)	D(PEA_BOL)
CointEq1	0.008651 (0.00183) [4.71703]	-0.006648 (0.01186) [-0.56058]
D(LPIB(-1))	-0.399581 (0.09910) [-4.03222]	-0.082488 (0.64082) [-0.12872]
D(LPIB(-2))	-0.524897 (0.10746) [-4.88460]	0.030176 (0.69489) [0.04343]
D(LPIB(-3))	-0.348182 (0.10444) [-3.33372]	-0.169605 (0.67538) [-0.25112]
D(LPIB(-4))	0.410495 (0.10544) [3.89327]	0.061333 (0.68181) [0.08996]
D(PEA_BOL(-1))	-0.010851 (0.01771) [-0.61283]	1.746826 (0.11450) [15.2559]
D(PEA_BOL(-2))	0.035137 (0.03312) [1.06102]	-1.681801 (0.21415) [-7.85350]
D(PEA_BOL(-3))	-0.031772 (0.03265) [-0.97319]	0.816558 (0.21112) [3.86781]
D(PEA_BOL(-4))	0.014257 (0.01691) [0.84289]	-0.280897 (0.10938) [-2.56819]
@SEAS(1)	-0.064619 (0.01822) [-3.54570]	0.065718 (0.11785) [0.55764]
@SEAS(3)	-0.052713 (0.01830) [-2.88126]	0.043106 (0.11831) [0.36436]
R-squared	0.981396	0.887006
Adj. R-squared	0.978490	0.869350
Sum sq. resids	0.010679	0.446579
S.E. equation	0.012918	0.083533
F-statistic	337.6209	50.23998
Log likelihood	225.7140	85.71564
Akaike AIC	-5.725708	-1.992417
Schwarz SC	-5.385809	-1.652519
Mean dependent	0.011652	-0.032513
S.D. dependent	0.088077	0.231103
Determinant resid covariance (dof adj.)	1.12E-06	
Determinant resid covariance	8.16E-07	
Log likelihood	312.8846	
Akaike information criterion	-7.676924	
Schwarz criterion	-6.904428	

VEC Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations
Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h
Date: 09/25/16 Time: 14:50
Sample: 1996Q1 2015Q4
Included observations: 75

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	1.492297	NA*	1.512463	NA*	NA*
2	2.308607	NA*	2.351137	NA*	NA*
3	5.980373	NA*	6.175894	NA*	NA*
4	12.10180	NA*	12.64219	NA*	NA*
5	16.28788	0.0226	17.12727	0.0166	7
6	20.79766	0.0355	22.02921	0.0241	11
7	21.49580	0.1217	22.79922	0.0885	15
8	32.39618	0.0282	35.00113	0.0140	19
9	34.22080	0.0620	37.07457	0.0319	23
10	39.00401	0.0633	42.59366	0.0287	27
11	40.01990	0.1286	43.78415	0.0637	31
12	43.50546	0.1533	47.93363	0.0713	35
13	44.42694	0.2537	49.04832	0.1300	39
14	51.50684	0.1752	57.75312	0.0657	43
15	52.20910	0.2787	58.63094	0.1189	47
16	55.93539	0.2948	63.36775	0.1146	51
17	59.92832	0.3016	68.53102	0.1039	55
18	61.15219	0.3986	70.14138	0.1520	59
19	63.95757	0.4427	73.89859	0.1639	63
20	64.38979	0.5678	74.48798	0.2478	67

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution
*df and Prob. may not be valid for models with exogenous variables

VEC Residual Normality Tests
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
Null Hypothesis: residuals are multivariate normal
Date: 09/25/16 Time: 14:52
Sample: 1996Q1 2015Q4
Included observations: 75

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.421114	2.216709	1	0.1365
2	0.137303	0.235650	1	0.6274
Joint		2.452359	2	0.2934

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	3.246227	0.189462	1	0.6634
2	4.052113	3.459193	1	0.0629
Joint		3.648655	2	0.1613

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.406171	2	0.3003
2	3.694843	2	0.1576
Joint	6.101015	4	0.1917

Date: 09/25/16 Time: 14:54
 Sample (adjusted): 1997Q2 2015Q4
 Included observations: 75 after adjustments
 Trend assumption: No deterministic trend (restricted constant)
 Series: LPIB PEA_BOL
 Exogenous series: @SEAS(1) @SEAS(3)
 Warning: Critical values assume no exogenous series
 Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.277080	27.77653	20.26184	0.0038
At most 1	0.044860	3.442305	9.164546	0.5015

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.277080	24.33422	15.89210	0.0019
At most 1	0.044860	3.442305	9.164546	0.5015

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b*S11*b=l):

LPIB	PEA_BOL	C
-1.229483	0.433798	69.09994
-5.837848	-1.920471	-160.0944

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(LPIB)	D(PEA_BOL)	C
-0.007036	0.005407	0.000770
0.000770	0.016239	-0.007036

1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 312.8846

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

LPIB	PEA_BOL	C
1.000000	-0.352830	-56.20242
	(0.20705)	(26.8011)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LPIB)	D(PEA_BOL)
0.008651	-0.006648
(0.00183)	(0.01186)

VEC Residual Serial Correlation LM Test

Null Hypothesis: no serial correlation at...

Date: 09/25/16 Time: 14:58

Sample: 1996Q1 2015Q4

Included observations: 75

Lags	LM-Stat	Prob
1	3.006272	0.5568
2	1.757734	0.7802
3	5.764891	0.2174
4	8.259075	0.0825
5	4.505327	0.3419
6	5.974913	0.2010
7	0.720350	0.9488
8	14.96761	0.0048
9	1.783026	0.7756
10	4.727509	0.3164

Probs from chi-square with 4 df.

VEC Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)

Date: 09/25/16 Time: 14:59

Sample: 1996Q1 2015Q4

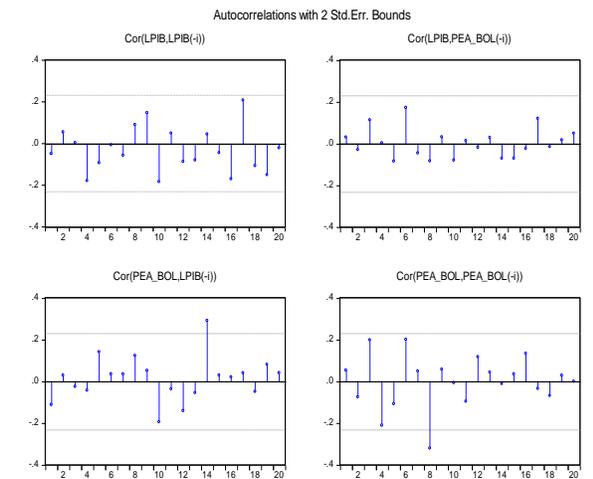
Included observations: 75

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
65.62335	60	0.2882

Individual components:

Dependent	R-squared	F(20,54)	Prob.	Chi-sq(20)	Prob.
res1*res1	0.240523	0.855076	0.6397	18.03920	0.5848
res2*res2	0.435431	2.082410	0.0170	32.65733	0.0368
res2*res1	0.273458	1.016234	0.4601	20.50935	0.4265



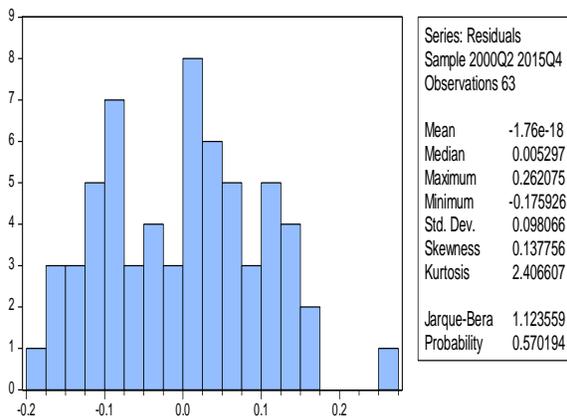
De acuerdo a la ecuación 62, la perturbación de la productividad se define como un proceso autoregresivo de primer orden AR(1). Esta variable α_t es obtenida residualmente a partir de la estimación de la ecuación 15. La estimación cumple con los supuestos de modelo clásico de regresión lineal: cero autocorrelacion, homocedasticidad, normalidad.

Dependent Variable: A
 Method: ARMA Conditional Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)
 Date: 09/25/16 Time: 15:21
 Sample (adjusted): 2000Q2 2015Q4
 Included observations: 63 after adjustments
 Convergence achieved after 4 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.021268	0.064655	0.328943	0.7433
AR(1)	0.805916	0.080487	10.01304	0.0000

R-squared	0.621731	Mean dependent var	0.006047
Adjusted R-squared	0.615530	S.D. dependent var	0.159448
S.E. of regression	0.098867	Akaike info criterion	-1.758856
Sum squared resid	0.596253	Schwarz criterion	-1.690820
Log likelihood	57.40396	Hannan-Quinn criter.	-1.732097
F-statistic	100.2609	Durbin-Watson stat	2.603815
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.81
-------------------	-----



Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.733908	Prob. F(2,60)	0.4843
Obs*R-squared	1.504404	Prob. Chi-Square(2)	0.4713
Scaled explained SS	0.991941	Prob. Chi-Square(2)	0.6090

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/25/16 Time: 15:24
 Sample (adjusted): 2000Q2 2015Q4
 Included observations: 63
 Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.010975	0.001923	5.707537	0.0000
GRADF_01*GRADF_0...	0.034682	0.049139	0.705787	0.4831
GRADF_02^2	-0.056920	0.050517	-1.126739	0.2643

R-squared	0.023879	Mean dependent var	0.009464
Adjusted R-squared	-0.008658	S.D. dependent var	0.011315
S.E. of regression	0.011364	Akaike info criterion	-6.070323
Sum squared resid	0.007748	Schwarz criterion	-5.968269
Log likelihood	194.2152	Hannan-Quinn criter.	-6.030185
F-statistic	0.733908	Durbin-Watson stat	2.442762
Prob(F-statistic)	0.484288		

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.448540	Prob. F(5,52)	0.2227
Obs*R-squared	7.090774	Prob. Chi-Square(5)	0.2140

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/25/16 Time: 15:26
 Sample (adjusted): 2001Q3 2015Q4
 Included observations: 58 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.011311	0.004069	2.780014	0.0075
RESID^2(-1)	-0.321081	0.137129	-2.341449	0.0231
RESID^2(-2)	-0.180255	0.141005	-1.278360	0.2068
RESID^2(-3)	0.015221	0.143269	0.106242	0.9158
RESID^2(-4)	0.115388	0.140690	0.820153	0.4159
RESID^2(-5)	0.135734	0.131275	1.033965	0.3059

R-squared	0.122255	Mean dependent var	0.009178
Adjusted R-squared	0.037856	S.D. dependent var	0.011051
S.E. of regression	0.010840	Akaike info criterion	-6.113472
Sum squared resid	0.006110	Schwarz criterion	-5.900322
Log likelihood	183.2907	Hannan-Quinn criter.	-6.030446
F-statistic	1.448540	Durbin-Watson stat	1.941930
Prob(F-statistic)	0.222725		

ANEXO B. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL MODELO

{c}: consumo, **{c_h}** consumo interno, **{im}** importaciones, **{s}** términos de intercambio, **{y}** Producto Interno Bruto, **{i}** tasa de interés de política monetaria, **{inflac}** inflación nacional, **{inflac_h}** inflación doméstica, **{l}** trabajo, **{b}** activos en términos de bono, **{a}** nivel de tecnología utilizada en la economía, **{nx}** balanza comercial, **{q}** tipo de cambio real, **{ex}** exportaciones de bienes y servicios, **{i_star}** tasa de interés externa.

GRÁFICO 6. SHOCK DE PRODUCTIVIDAD Y SUS EFECTOS

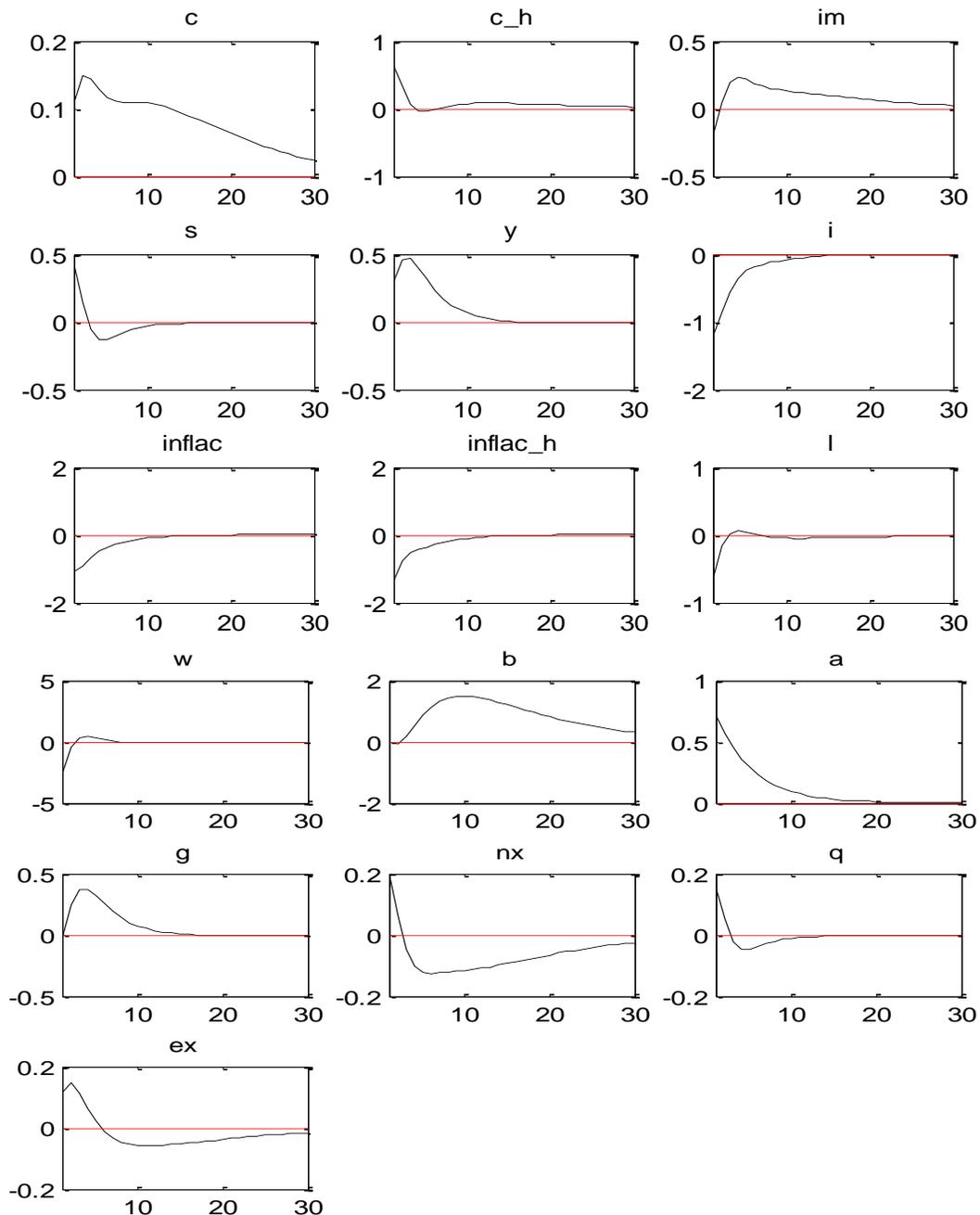


GRÁFICO 7. SHOCK DE DEMANDA NACIONAL Y SUS EFECTOS

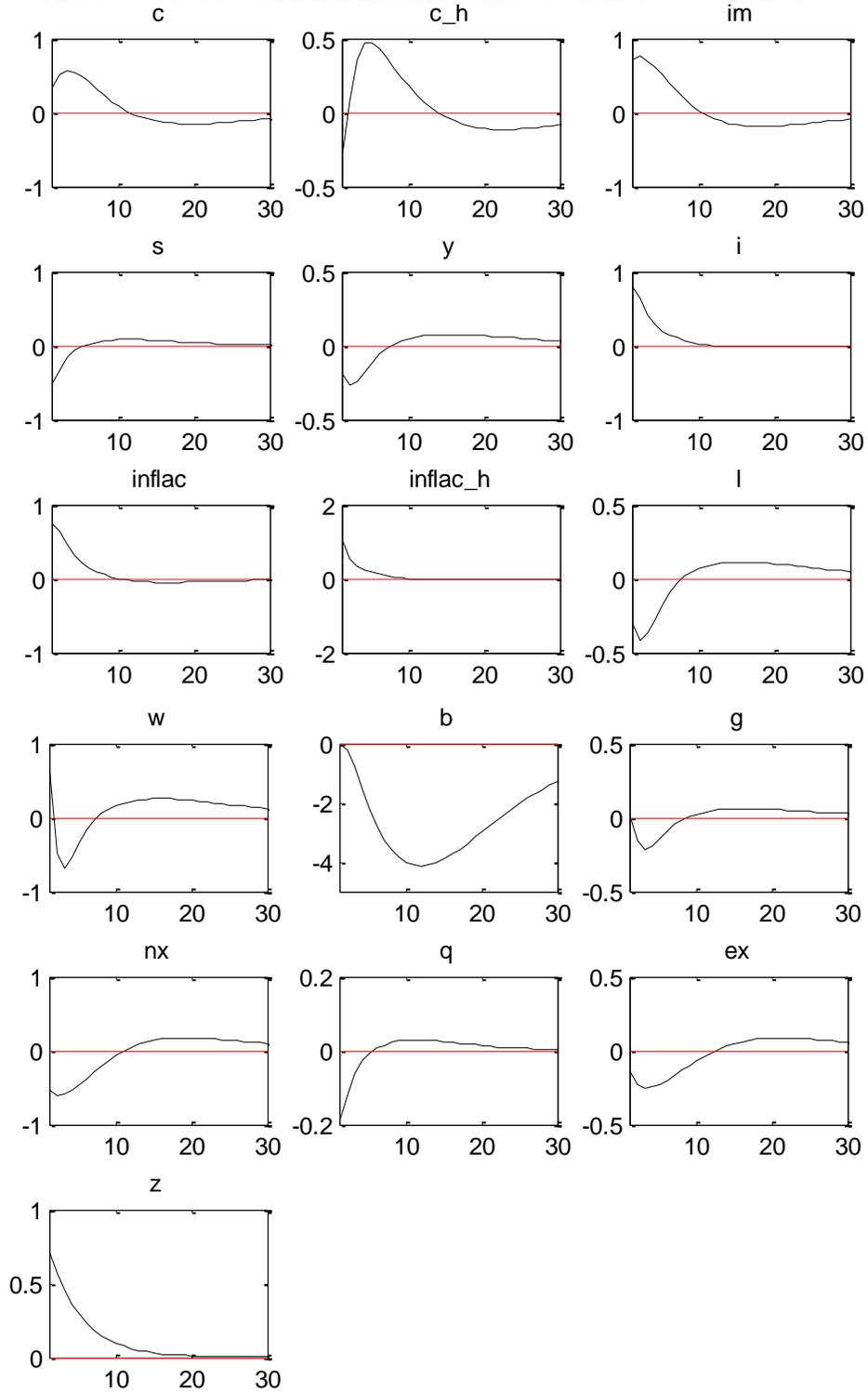


GRÁFICO 8. SHOCK DE LA INFLACIÓN DOMESTICA Y SUS EFECTOS

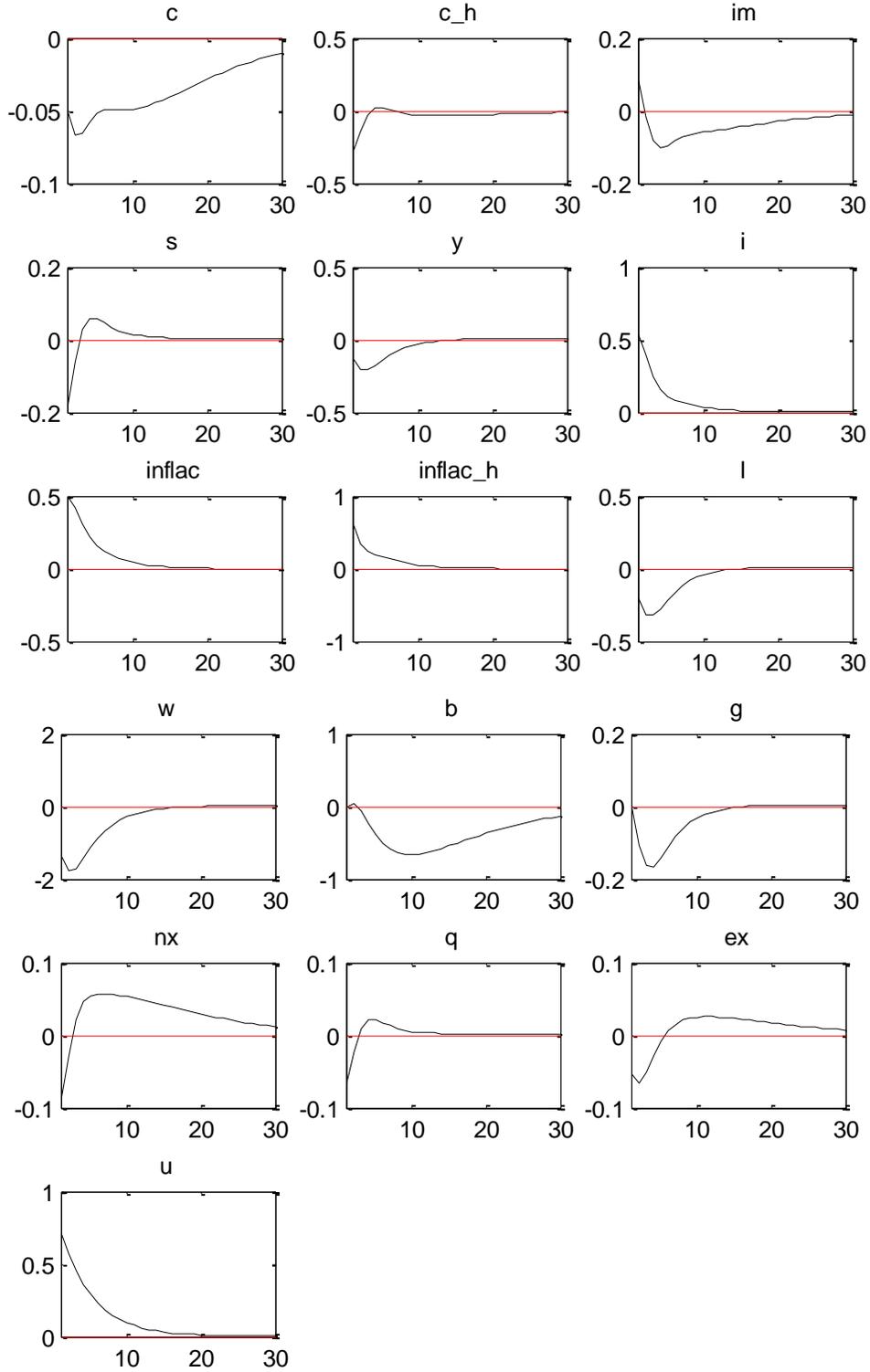


GRÁFICO 9. SHOCK DE TASA DE POLÍTICA MONETARIA Y SUS EFECTOS

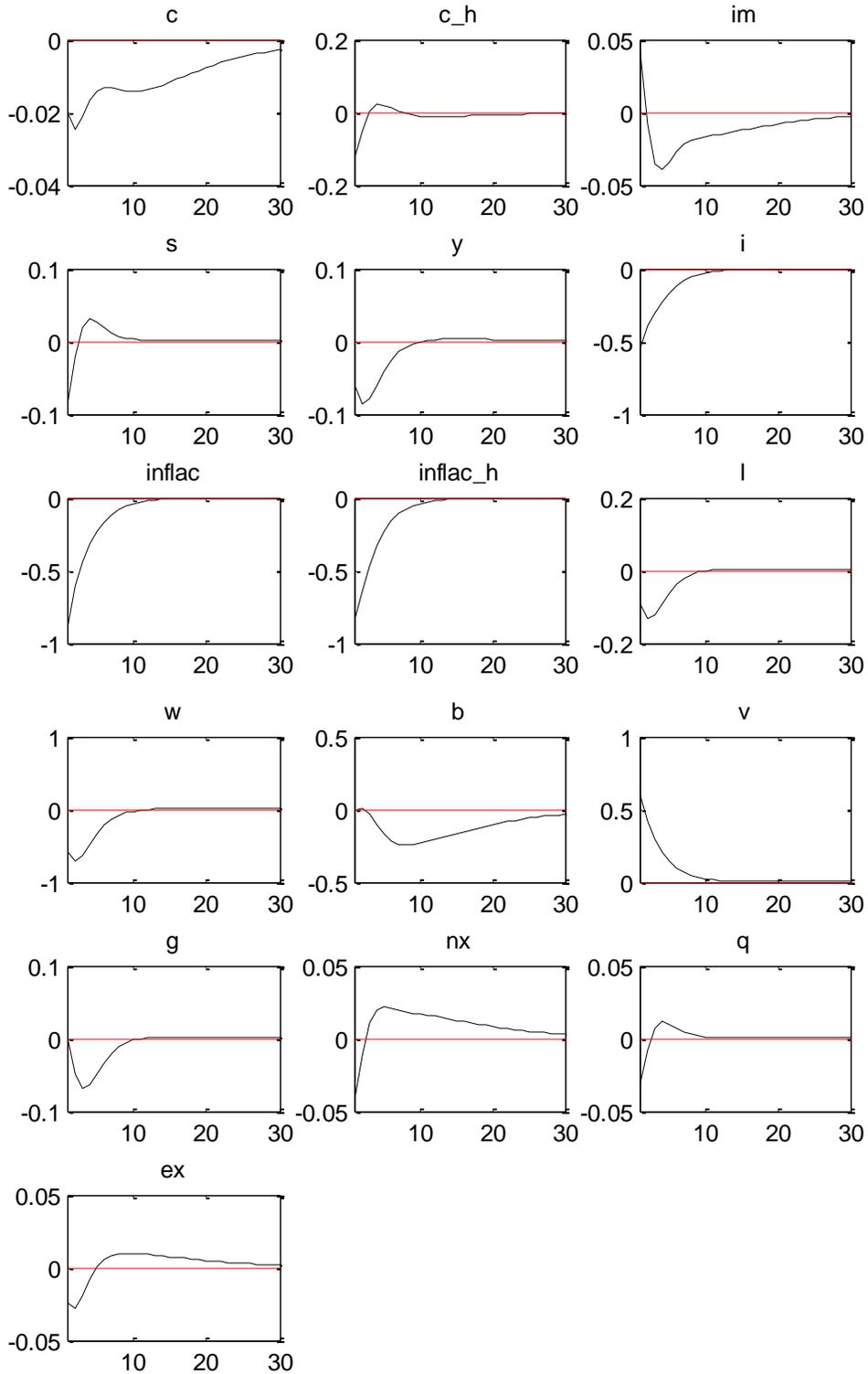


GRÁFICO 10. SHOCK DE AGREGADO MONETARIO Y SUS EFECTOS

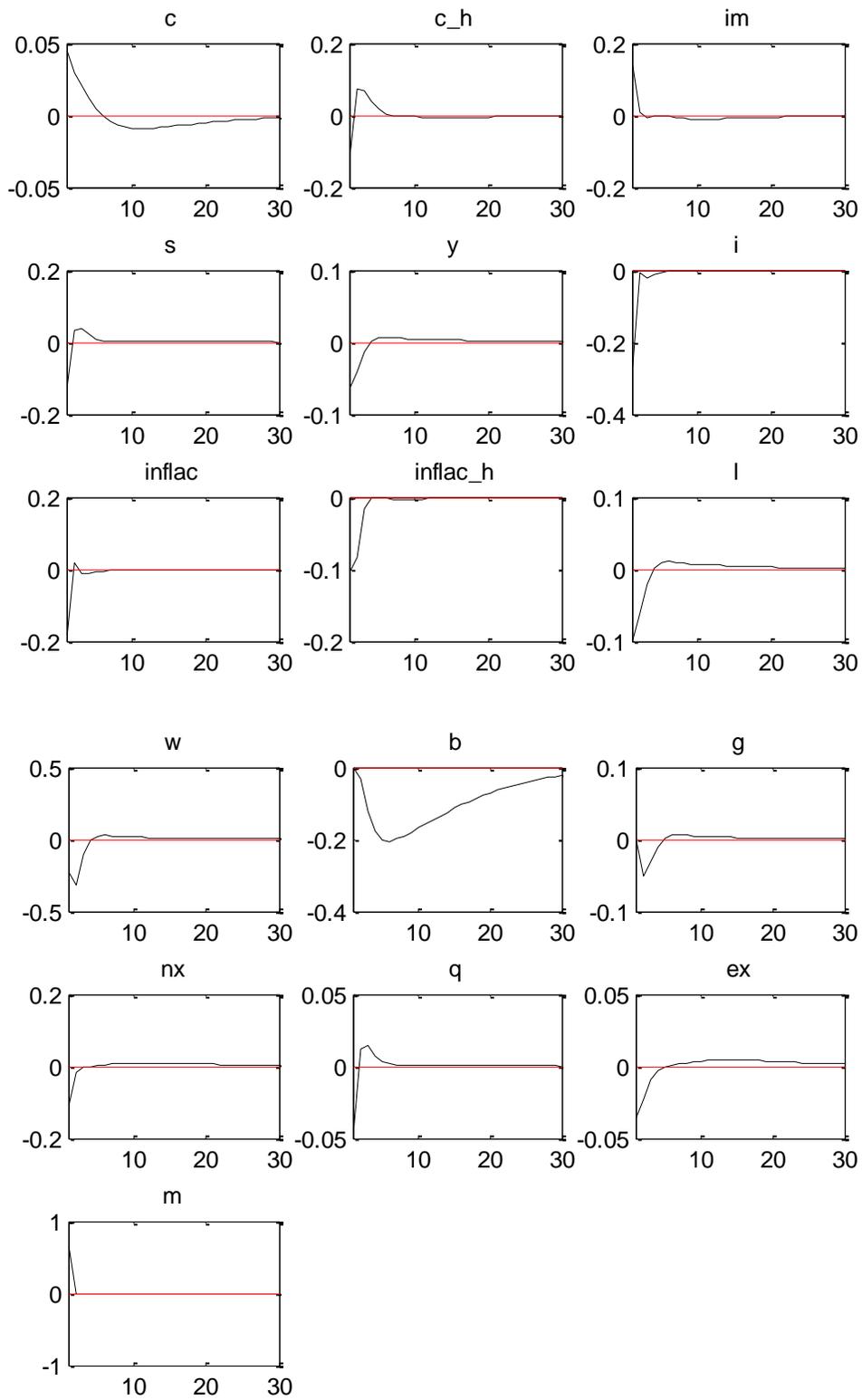


GRÁFICO 11. SHOCK DE LA ECONOMÍA DE ECONOMÍA MUNDIAL Y SUS EFECTOS

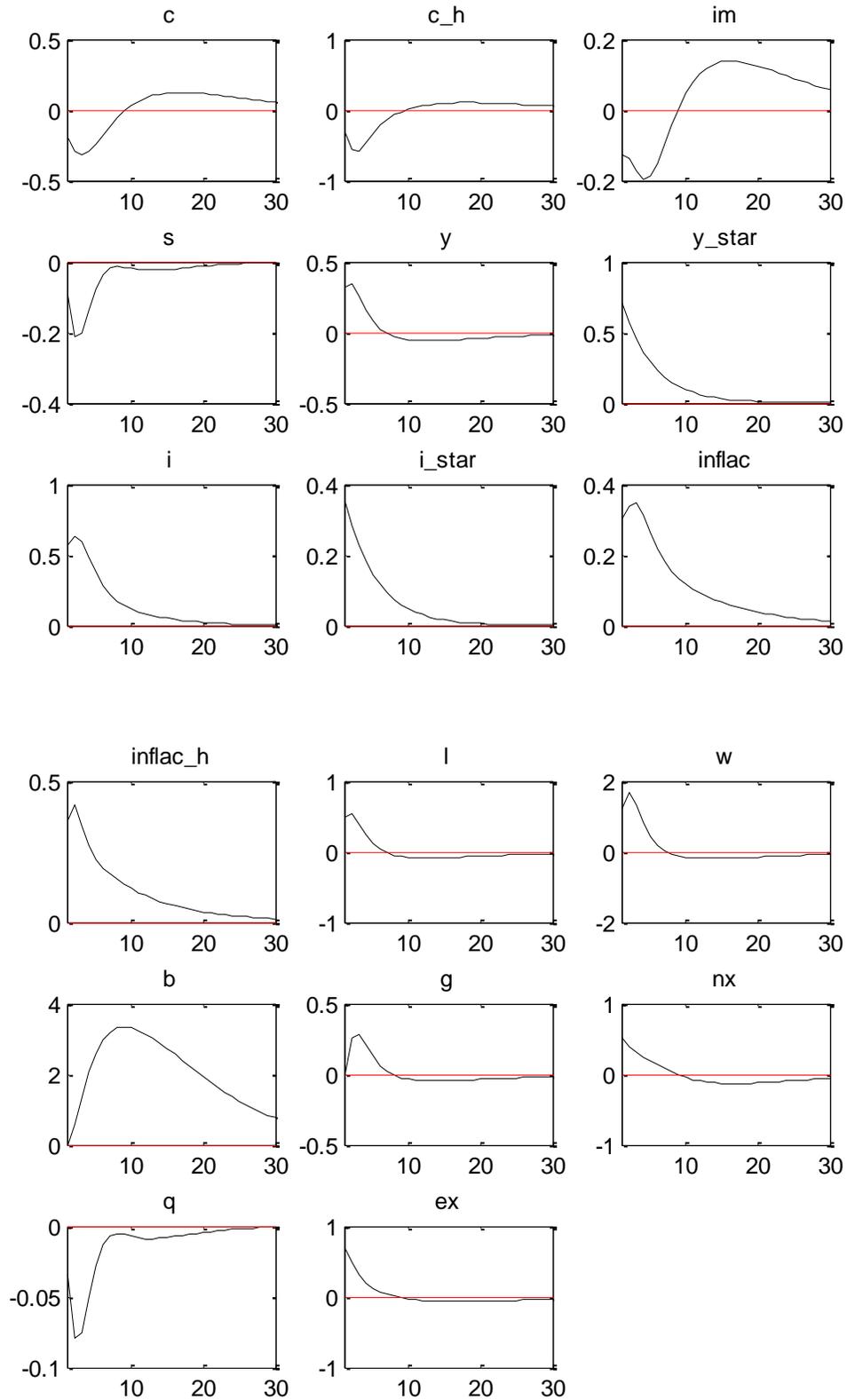


GRÁFICO 12. SHOCK DE LA INFLACIÓN DEL RESTO DEL MUNDO Y SUS EFECTOS

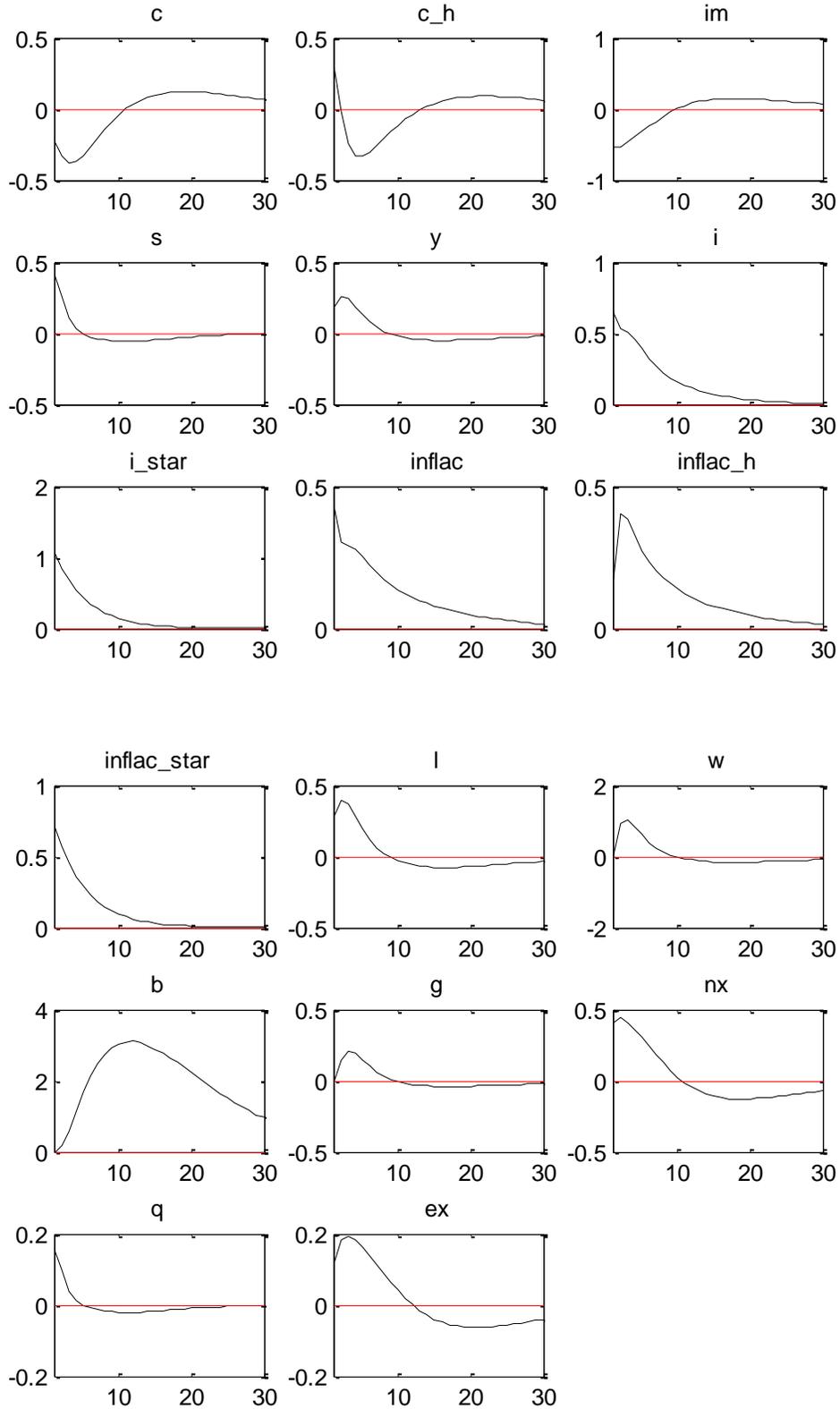


GRÁFICO 13. SHOCK DEL GASTO DEL GOBIERNO Y SUS EFECTOS

