Choques externos en la economía peruana: un enfoque de ceros y signos en un modelo BVAR

Gustavo Ganiko y Alvaro Jiménez

Secretaría Técnica del Consejo Fiscal del Perú

Documento de Investigación N° 01-2023
Serie de Documentos de Investigación
Marzo 2023

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los autores y no reflejan necesariamente la posición del Consejo Fiscal del Perú.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not reflect necessarily the position of the Fiscal Council of Peru.

Documento de Investigación N° 01-2023
Serie de Documentos de Investigación
Marzo 2023

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a los autores y no reflejan necesariamente la posición del Consejo Fiscal del Perú.

The views expressed in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the position of the Fiscal Council of Peru.

Choques externos en la economía peruana: un enfoque de ceros y signos en un modelo BVAR †

Gustavo Ganiko y Alvaro Jiménez

(Secretaría Técnica del Consejo Fiscal)

Marzo de 2023

Resumen

En este trabajo se cuantifica el impacto de un conjunto de choques externos sobre la economía peruana, los cuales son caracterizados como: i) demanda, ii) oferta, iii) financieros, y iv) precios de exportación. Utilizando datos trimestrales entre 1995 y 2019 se estima un modelo VAR bayesiano con bloque exógeno, el cual es identificado mediante restricciones de ceros y signos como en Arias et al (2018). Los resultados sugieren que la economía peruana está altamente expuesta a choques externos, que en conjunto explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. A partir del análisis de descomposición de varianza del error de predicción, descomposición histórica, funciones impulso-respuesta y elasticidades, se encuentra que los choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la dinámica del PBI doméstico, la inflación y el tipo de cambio. Los choques de oferta externa tienen un mayor efecto sobre la inflación local, mientras que choques financieros externos tienen efectos más relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica. Los choques de precios de exportación tienen efectos significativos sobre la devaluación cambiaria.

Clasificación JEL: C32, E10, F41.
Palabras clave: VAR bayesiano, modelación macroeconómica, choques externos.

† Los autores agradecen los comentarios de Gabriel Rodríguez, Oscar Dancourt, Renzo Jiménez, Carlos Prieto, Carlos Montoro y los miembros del Consejo Fiscal. Se agradece la asistencia de Joseph Santisteban. Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden exclusivamente a los autores y no reflejan necesariamente la posición del Consejo Fiscal.

1. Introducción

Históricamente, los choques externos han tenido un rol importante para explicar el desempeño macroeconómico en América Latina. La primera parte de los 90 estuvo dominada por choques financieros positivos, asociados a las bajas tasas de interés internacional, que favorecieron la entrada de capitales y explicaron parte del auge económico en países de la región. En contraste, a fines de los 90 se desencadenaron una sucesión de crisis financieras (Sudeste Asiático en 1997; Rusia en 1998; Brasil en 1999) que provocaron la salida de capitales privados y recesiones en economías emergentes. Desde los 2000 cobraron relevancia los choques externos reales. Por un lado, los choques de oferta externa, como el incremento en las cotizaciones internacionales de alimentos y energía, tuvieron una incidencia directa en la determinación de los precios domésticos en países importadores netos de ambos *commodities*. Por otro lado, los choques de demanda externa, asociados al crecimiento de China, propiciaron el incremento de precios y exportaciones mineras. En economías primario-exportadoras como la peruana, este incremento de precios de minerales constituye un choque externo favorable, con efectos positivos sobre la oferta y demanda, que beneficia a las cuentas fiscales y refuerza los efectos sobre la balanza comercial.

Luego de la pandemia, este conjunto de choques externos se ha materializado de forma simultánea. Por un lado, el conflicto Rusia-Ucrania ha generado una crisis energética en Europa y mayores presiones al incremento en el precio de los alimentos a nivel global. Frente a estas presiones inflacionarias, se registran condiciones monetarias y financieras más restrictivas a nivel mundial, propiciadas por el alza sincronizada de las tasas de interés por parte de los bancos centrales y la apreciación generalizada del dólar. Por otro lado, la desaceleración de la actividad económica en China, generada por la política de confinamiento y los problemas derivados de su sector inmobiliario, impone restricciones adicionales para la recuperación de las cadenas mundiales de suministros y del comercio mundial. En paralelo, se registró un incremento en el precio de minerales que favoreció a las cuentas fiscales, y con ello, a la recuperación económica posterior a la pandemia.

La transmisión de estos choques externos es especialmente compleja en economías primario-exportadoras y parcialmente dolarizadas como la peruana. En primer lugar, el incremento en el precio internacional de energía y alimentos constituyen choques de oferta externa que restringen los ingresos reales y elevan el costo de vida (FMI, 2022). En segundo lugar, el incremento de las tasas de interés internacionales representa un choque financiero externo, que puede generar salidas masivas de capitales (Calvo et al, 1993) que en el pasado han producido episodios de devaluaciones cambiarias, alzas de inflación y problemas en el sistema financiero (Dancourt, 2016). En tercer lugar, la desaceleración de los principales socios comerciales corresponde a un choque de demanda externa que contrae la demanda interna vía las restricciones en el comercio de los socios, principalmente de EE. UU. y China (Cesa-Bianchi et al, 2012). En cuarto lugar, fluctuaciones en el precio minerales constituye un choque de precios de exportación, que tiene un impacto sobre la inversión de las actividades primarias, los ingresos fiscales y los flujos de capitales (Dancourt, 2009).

El estudio de estos choques externos a nivel internacional [Calvo et. al. (1993), Canova (2005), Izquierdo et al (2008), Cesa-Bianchi et al (2012), entre otros] y local [Rodriguez et al (2018), Cornejo et al (2022), Rodriguez y Vassallo (2022), entre otros], es relativamente amplio; sin embargo, son pocos los estudios que analizan una respuesta simultánea, de múltiples variables domésticas, a los 4 choques externos señalados. Este documento busca cuantificar el aporte de los choques externos sobre las principales variables macroeconómicas domésticas y analizar la dinámica de transmisión de estos choques. En particular, se estudia el mecanismo de trasmisión de 4 choques externos: un choque de demanda, un choque de oferta, un choque financiero y un choque de precios de exportación. Con este fin, se realiza la estimación de un modelo vectores autorregresivos mediante métodos bayesianos (BVAR) con exogeneidad por bloques e identificación de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). Este esquema de identificación de choques estructurales permite incorporar, de forma simultánea, restricciones de exclusión contemporánea, como Sims (1980), y restricciones de signos, como en Canova y De Nicolo (2002) y Uhlig (2005).

Los resultados sugieren que la economía peruana está altamente expuesta a choques externos, que en conjunto explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. Según choques, el análisis de descomposición de varianza muestra que los choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la variabilidad del PBI doméstico, la devaluación cambiaria y la inflación. Choques de oferta externa tienen la segunda mayor contribución sobre la inflación y el PBI, mientras que los choques financieros externos son los más importantes para explicar la tasa de interés doméstica. En tanto, choques de precios de exportación son relevantes para explicar la devaluación cambiaria. De forma complementaria, el análisis de descomposición histórica muestra que el crecimiento económico peruano ha sido más susceptible a los choques externos a partir de la década del 2000.

Con relación a los canales de transmisión de los choques externos, las funciones impulso-respuesta muestran que los choques de demanda externa tienen una mayor magnitud y persistencia sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo. Los choques de oferta externa tienen un mayor efecto sobre la inflación doméstica, gatillan una respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo y generan efectos recesivos y devaluatorios, con un año de rezago. Los choques financieros externos tienen efectos persistentes sobre la tasa de interés doméstica, ocasionan una devaluación cambiaria, una mayor inflación en el corto plazo y un efecto recesivo sobre el PBI en el mediano plazo. Los choques de precios de exportación tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo.

El resto del documento se divide de la siguiente forma. En la sección dos se presenta la revisión de literatura empírica asociada a los choques externos. En la sección tres se realiza la descripción de la metodología, los datos, y los supuestos utilizados para la identificación de los choques estructurales. En la sección cuatro se presentan los resultados de la estimación empírica. Finalmente, se presentan las principales conclusiones del documento.

2. Revisión de literatura

La literatura asociada a los choques externos en economías de América Latina (AL) es amplia y registra la importancia de los choques externos para explicar las fluctuaciones económicas en economías emergentes.

Calvo et. al. (1993), Canova (2005) y Mackowiak (2007) analizan un conjunto de choques externos generados en EE. UU. sobre distintas variables domésticas en países de AL. A partir de modelos VAR estructurales, estos estudios destacan el rol del canal de tasas de interés en la transmisión y amplificación de choques financieros externos en los 90. En particular, Calvo et al (1993) encuentran que alrededor del 50% de la varianza del error de predicción del tipo de cambio real se explica por factores externos[1] asociados a caídas en la tasa de interés y en la actividad económica de EE. UU. Por su parte, Canova (2005) encuentra que los choques generados en EE. UU. (oferta, demanda y monetario) explican entre 19% y 56% de la varianza de las principales variables macroeconómicas[2] en 8 países de AL. El autor destaca que los choques monetarios, medidos a partir de cambios en la tasa de interés de la FED, son los más relevantes para explicar las fluctuaciones económicas en AL. En contraste, Mackowiak (2007) encuentra que choques monetarios generados en EE. UU. explican menos del 10% de las fluctuaciones económicas en un país emergente y son menos relevantes en relación con otros choques externos.

Izquierdo et al (2008) y ***Osterholm y Zettelmeyer (2008)*** analizan la trasmisión de 3 choques externos (precios de *commodities*, demanda externa y financieros) sobre el crecimiento económico de un país latinoamericano típico[3]. Para ello, Izquierdo et al (2008) estiman un modelo de cointegración (VECM), mientras que Osterholm y Zettelmeyer (2008) un modelo VAR bayesiano. En ambos estudios, los choques externos explican entre el 50% y 60% del crecimiento económico en AL y se destaca la sensibilidad de las proyecciones domésticas a la dinámica del sector externo.

Cesa-Bianchi et al (2012) y ***Winkelried y Saldarriaga (2013)*** analizan los choques de demanda externa sobre el PBI doméstico, destacando el creciente rol que han tenido los choques de PBI de China sobre economías de AL. Cesa-Bianchi et al (2012) estiman un modelo VAR Global (GVAR) para 25 economías avanzadas y emergentes, entre las cuales se encuentran Argentina, Brasil, Chile, México y Perú. Utilizando datos trimestrales para el periodo 1979 – 2009, los autores encuentran que el impacto de largo plazo de un choque de PBI de China sobre las economías de AL se ha triplicado desde mediados de 1990. En contraste, los choques de PBI de EE. UU. se han reducido a la mitad en el mismo periodo de tiempo. Winkelried y Saldarriaga (2013) encuentran resultados similares utilizando un modelo VAR con restricciones de pesos en el comercio internacional.

---

[1] Los autores utilizan un análisis de componentes principales (PCA) para generar un índice de factores externos, a partir de un conjunto de tasas de interés e indicadores de actividad económica de EE. UU.

[2] Canova (2005) realiza el análisis de choques externos sobre las siguientes variables internas: PBI, inflación, tasa de interés nominal, tipo de cambio nominal y real, balance monetario y reservas.

[3] Izquierdo et al (2008) consideran datos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela para el periodo 1991-2006. Por su parte, Osterholm y Zettelemeyer (2008) consideran datos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú para el periodo 1994-2007.

Para el caso peruano, los trabajos empíricos se han enfocado principalmente en el análisis de hasta 3 tipos de choques externos (demanda, financieros y términos de intercambio) sobre la inflación y el crecimiento económico.

Salas (2009), ***Lavanda y Rodriguez (2011)*** y ***Cornejo et al (2022)*** analizan el rol los choques externos sobre la inflación en periodos puntuales del tiempo. Los trabajos de Salas (2009) y Lavanda y Rodriguez (2011) realizan un análisis de descomposición histórica, a partir de un modelo VAR estructural con restricciones de largo plazo, para evaluar la contribución de choques externos e internos sobre la inflación peruana registrada entre los años 2002-2008 y 1997-2009, respectivamente. En el caso de Salas (2009) se encuentra que los choques de demanda interna son los más importantes para explicar la inflación registrada entre los años 2002-2005, mientras que los choques externos de inflación importada y términos de intercambio son los más relevantes entre los años 2006-2008. En la misma línea, Lavanda y Rodriguez (2011) encuentran que los choques de demanda interna explican entre el 70% y 60% de la inflación en el corto y largo plazo, respectivamente. Por otra parte, Cornejo et al (2022) estiman un VAR bayesiano con bloque exógeno e identificación de signos y ceros para analizar la dinámica de la inflación domestica ante choques de 3 cotizaciones internacionales de *commodities*: alimentos, energía y metales. Los autores encuentran que los choques externos asociados a precio de alimentos y energía son determinantes en explicar los picos inflacionarios registrados entre el 2007 y 2015[4] y cobran relevancia nuevamente durante el 2021. En particular, los autores encuentran que los choques asociados a precios de alimentos y energía son persistentes e inflacionarios, respecto a los choques en los precios internacionales de metales.

Rodriguez et al (2018) analizan el rol de los choques de términos de intercambio sobre el crecimiento económico peruano a partir de un análisis de cointegración utilizando información para el periodo 1994:03 – 2015:03. Los autores encuentran que casi la totalidad de la varianza del error de predicción del PBI es explicada en el largo plazo por la varianza de los términos de intercambio. En esta línea, ***Mendoza y Collantes (2017)*** estiman un modelo SVAR con restricciones de largo plazo y encuentran que los choques externos explican el 60% de la variabilidad del PBI real, siendo los choques de términos de intercambio el componente más importante para explicar las fluctuaciones económicas.

Nolazco et al (2020) y ***Aguirre et al (2022)*** plantean canales de transmisión para múltiples choques externos (términos de intercambio, comercio y financiero) a partir de un modelo semi estructural. Nolazco et al (2020) modelan 4 canales de transmisión sobre el PBI: i) un canal comercial (choque de demanda externa); ii) un canal de términos de intercambio (choques de precios de exportación); iii) un canal financiero (choque de tasas de interés); y iv) un canal de tipo de cambio real. Bajo este esquema, los autores encuentran que los choques externos explican el 36% y 28% del crecimiento económico registrado en los periodos 2005-2008 y 2010-2013, respectivamente.

[4] En particular, el pico inflacionario registrado entre 2007-2009 se explica en 71,5% por los choques en los precios de alimentos y energía.

Aguirre et al (2022) amplían y actualizan el modelo utilizado por el Banco Central de Reserva para la proyección de variables domésticas[5]. En este modelo, choques a los precios de inflación importada afectan directamente la inflación, choques a las tasas de interés internacionales restringen las condiciones monetarias, mientras que choques a la brecha de socios comerciales y a los términos de intercambio explican la brecha de producto. Los autores consideran relevante desagregar los términos de intercambio entre precios de exportación e importación, encontrando que choques a la brecha de producto de socios comerciales son el principal determinante de la brecha del producto local.

Rodriguez y Vassallo (2022), ***Chavez y Rodriguez (2022)*** y ***Ojeda Cunya y Rodriguez (2022)*** se concentran en estudiar la naturaleza cambiante que han tenido los choques externos (demanda, financieros y de *commodities*) y analizar sus impactos a lo largo del tiempo. Ojeda Cunya y Rodriguez (2022) utilizan un conjunto de modelos VAR con parámetros cambiantes en el tiempo y volatilidad estocástica para analizar el rol de los choques externos en la economía peruana. Los autores encuentran evidencia de la importancia de los choques de precios de *commodities* y su impacto asimétrico a largo del tiempo sobre la tasa de crecimiento económico, la inflación y la tasa de interés de la economía peruana. En particular, los autores encuentran que los choques externos explican el 65% de la variabilidad económica del PBI. Rodriguez y Vasallo (2022) expanden el modelo presentado por Ojeda Cunya y Rodriguez (2022) para analizar choques financieros, de demanda y de términos de intercambio, encontrando que, en conjunto, los choques externos explican entre el 35% y el 80% de la variabilidad del PBI peruano. Chavez y Rodriguez (2022) utilizan un modelo VAR con cambio de régimen y volatilidad estocástica para evaluar la evolución de los choques externos (financieros, demanda externa y términos de intercambio) en las fluctuaciones económicas. Utilizando datos para el periodo 1994:T1-2019:T4, los autores plantean dos regímenes económicos (1994-2002 y 2003-2019) encontrando que: i) los choques externos explican el 35% y el 70% de las fluctuaciones económicas registrados en los regímenes 1 y 2, respectivamente; ii) los choques de demanda externa por crecimiento económico de China tienen un mayor impacto sobre el crecimiento de la economía peruana y cobran mayor relevancia luego del 2002.

La revisión de literatura muestra que choques externos tienen efectos significativos sobre AL y estudios empíricos aplicados al caso peruano refuerzan la validez de este resultado. A su vez, la literatura aplicada identifica múltiples canales de transmisión mediante los cuales se pueden transmitir estos choques y, asociado a ello, efectos diferenciados en distintas variables domésticas. Sin embargo, a pesar de ser una literatura relativamente amplia, son pocos los estudios que analizan una respuesta simultánea, de múltiples variables domésticas, a los 4 choques externos que se propone identificar en este documento: i) de demanda, ii) de oferta, iii) financieros y iv) de precios de exportación.

[5] Conocido como MPT (Modelo de Proyección Trimestral), el modelo está principalmente enfocado en los determinantes de la inflación, las condiciones monetarias y la brecha del producto.

3. Metodología

3.1 Modelo econométrico y datos

Con el objetivo de modelar la interacción entre variables externas y domésticas en una economía pequeña y abierta como la peruana, se estima un modelo de vectores autorregresivos (VAR) con restricciones de exogeneidad por bloques. Para la implementación empírica del modelo se considera el uso de dos rezagos ($p = 2$) y se utiliza información de frecuencia trimestral para el periodo 1995:T2 - 2019:T4[6].

La estimación del modelo VAR se realiza a través de métodos bayesianos (BVAR)[7]. Para ello, se utiliza como distribución de probabilidad a priori la distribución normal-difusa descrita en Dieppe et al (2016), la cual tiene como ventaja ser no informativa respecto al valor de la matriz de varianzas covarianzas[8]. Los hiperparámetros utilizados son: $ar = 0.7$ para el coeficiente autorregresivo, $\lambda_1 = 0.8$ como ajuste general de la varianza prior, $\lambda_2 = 1$ para la ponderación de las variables cruzadas, $\lambda_3 = 1$ para la velocidad de decadencia de los rezagos, $\lambda_4 = 100$ como ajuste de las variables exógenas, y $\lambda_5 = 0.0001$ para la imposición del bloque exógeno. El modelo por estimar se puede denotar de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{y_{1,t}} \\ \boldsymbol{y_{2,t}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{c_{1,1}} \\ \boldsymbol{c_{2,1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \boldsymbol{A^1_{1,1}} & \boldsymbol{A^1_{1,2}} \\ \boldsymbol{A^1_{2,1}} & \boldsymbol{A^1_{2,2}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{y_{1,t-1}} \\ \boldsymbol{y_{2,t-1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \boldsymbol{A^2_{1,1}} & \boldsymbol{A^2_{1,2}} \\ \boldsymbol{A^2_{2,1}} & \boldsymbol{A^2_{2,2}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{y_{1,t-p}} \\ \boldsymbol{y_{2,t-p}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon_{1,t}} \\ \boldsymbol{\varepsilon_{2,t}} \end{pmatrix}. \tag{1}$$

Donde $\boldsymbol{y_{1,t}}$ e $\boldsymbol{y_{2,t}}$ son los vectores que contienen a las variables externas y domésticas, respectivamente; mientras que $\boldsymbol{\varepsilon_t} = (\boldsymbol{\varepsilon_{1,t}} \quad \boldsymbol{\varepsilon_{2,t}})'$ corresponde al vector de residuos en su forma reducida, que sigue una distribución normal con vector de ceros y una matriz de varianzas covarianzas no diagonal, $\boldsymbol{\varepsilon_t} \sim \boldsymbol{\mathcal{N}}(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\Sigma})$. En (1), la imposición de la exogeneidad por bloques requiere que $\boldsymbol{A^1_{1,2}} = \boldsymbol{A^2_{1,2}} = \boldsymbol{0_{1,2}}$, de forma tal que las variables incluidas en el bloque domestico no afecten a las variables del bloque externo, pero la dinámica de este bloque si afecte al bloque doméstico. El número total de variables incluidas en el modelo es 8, 4 por cada bloque[9].

El bloque domestico considera: i) la tasa de crecimiento anual del PBI real[10], ii) la tasa de crecimiento anual del IPC (inflación), iii) la tasa de interés interbancaria, y iv) la tasa de crecimiento anual del tipo de cambio nominal (devaluación).

---

[6] No se incorpora información posterior a 2019:T4 debido a que los datos registrados entre 2020 y 2021 representan observaciones atípicas con un efecto estadístico que puede distorsionar la estabilidad de los parámetros por estimar.

[7] La estimación del modelo se realiza mediante el paquete BEAR Toolbox (versión 5.0), desarrollado en Dieppe et al (2016). La simulación de parámetros hace uso del algoritmo de muestreo de Gibbs, descartando 2500 simulaciones iniciales y considerando las 10000 posteriores.

[8] Para mayor detalle sobre la distribución de probabilidad a priori utilizada, véase el anexo A.1.

[9] Las variables utilizadas en las estimaciones principales se muestran gráficamente en el anexo A.2. Para mayor detalle sobre las variables y las fuentes de información disponibles, véase el anexo A.3.

[10] Para la obtención de tasas de crecimiento anuales se considera la diferencia entre el logaritmo de una variable y el logaritmo de la misma variable rezagada cuatro trimestres, $\Delta_4 x_t = 100 \times \left(ln(x_t) - ln(x_{t-4})\right)$.

El bloque externo está compuesto por variables exógenas a la economía peruana que buscan caracterizar los 4 choques externos propuestos en este documento: de demanda, oferta, financiero y de precios de exportación. En el escenario base, las variables asociadas a dichos choques son respectivamente: a) la tasa de crecimiento anual del PBI real de China, b) la tasa de crecimiento anual del índice de energía (Base 1) o del índice de alimentos (Base 2) del FMI, c) la tasa de interés sombra de la FED propuesta en Wu y Xia (2016)[11], y d) la tasa de crecimiento anual del índice de precio de metales del FMI. Se consideran dos estimaciones base debido a que Perú es importador neto de energía y alimentos, motivo por el cual el precio de cada una de estas variables puede reflejar un canal a través del cual choques de oferta externa afectan a la inflación y otras variables domésticas.

Tabla N°1: variables utilizadas en las estimaciones base y los ejercicios de sensibilidad

		Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Bloque externo	demanda externa	PBI China	PBI China	PBI China PBI EE. UU.		PBI China
	oferta externa	precio de energía	precio de alimentos	precio de energía	precio de energía precio de alimentos	componente principal
	financiero externo	tasa sombra FED	tasa sombra FED		tasa sombra FED	componente principal
	precios de exportación	precio de metales	precio de metales	precio de metales	precio de metales	componente principal
Bloque doméstico	demanda	PBI				
	oferta	inflación				
	monetario	tasa de interés				
	cambiario	devaluación cambiaria				

Elaboración propia. Las tasas de interés están expresadas en porcentajes, mientras que el resto de las variables están expresadas en tasas de crecimiento anual.

Como ejercicios de sensibilidad, se realizan 3 modificaciones al bloque externo con la finalidad evaluar distintos aspectos en la transmisión de los choques externos. *En primer lugar*, se amplía el canal comercial para evaluar choques de demanda externa provenientes de EE. UU, principal socio comercial durante los 90. En este ejercicio, los choques de demanda se determinan a partir de las tasas de crecimiento de EE. UU. o de China, acorde con los reportado por *Cesa-Bianchi et al (2012) y Chavez y Rodriguez (2022)*. *En segundo lugar*, se evalúan los choques de 3 cotizaciones internacionales de *commodities* de forma simultánea (alimentos, energía, y metales) en línea con el análisis realizado por *Cornejo et al (2022)*. Para mantener el número total de variables y evitar la sobreparametrización del modelo, en el primer caso (sensibilidad A) se abstrae la variable que

[11] Según Wu y Xia (2016), la tasa de interés sombra se construye mediante un modelo de estructura temporal de tasas de interés en el cual la tasa de corto plazo es el máximo valor entre 0.25% y la tasa sombra. Esto permite capturar mejor la postura de la política monetaria internacional bajo el supuesto de trampa de liquidez.

representa el choque financiero, mientras que en el segundo caso (sensibilidad B) se descarta de la estimación la variable que representa el choque de demanda externa.

En tercer lugar, se realiza la estimación de un modelo VAR aumentado con factores (FAVAR), en línea con lo desarrollado por *Calvo et al (1993)* para caracterizar distintos choques externos en un solo índice. En nuestro caso, se realiza un análisis de componentes principales (PCA)[12] con la finalidad de evaluar un conjunto de variables que pueden ser relevantes para caracterizar los choques externos propuestos en este documento, sin tener la necesidad de excluir variables para evitar problemas de sobreparametrización, como sucede en los ejercicios de sensibilidad A y B. La Tabla N°1 resume las variables utilizadas para representar el vector de variables del bloque externo y doméstico en cada uno de los ejercicios señalados previamente.

3.2 Esquema de identificación

El modelo descrito en (1) corresponde a un modelo VAR en forma reducida, por lo que debe ser identificado para obtener un modelo estructural (SVAR) y así obtener resultados con interpretación económica. Para ello, los residuos del modelo en forma reducida se deben descomponer en errores ortogonales que puedan interpretarse como choques estructurales. Así:

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_{1,t} \\ \boldsymbol{\varepsilon}_{2,t} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{D}_{1,1} & \boldsymbol{D}_{1,2} \\ \boldsymbol{D}_{2,1} & \boldsymbol{D}_{2,2} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{u}_{1,t} \\ \boldsymbol{u}_{2,t} \end{pmatrix}. \tag{2}$$

Donde el vector de residuos en forma reducida será equivalente a una combinación lineal del vector de choques estructurales, $\boldsymbol{u}_t = (\boldsymbol{u}_{1,t} \quad \boldsymbol{u}_{2,t})'$, tanto externos $(\boldsymbol{u}_{1,t})$ como domésticos $(\boldsymbol{u}_{2,t})$. Debido a que choques estructurales domésticos podrían afectar a todo el vector de residuos en forma reducida y, por tanto, a las propias variables externas, se asume que $\boldsymbol{D}_{1,2} = \boldsymbol{0}_{1,2}$ como restricción consistente con la imposición de un bloque exógeno. Se asume además que el vector de choques estructurales tiene una matriz de varianzas covarianzas diagonal e igual a la matriz identidad, además de un vector de ceros como media, $\boldsymbol{u}_t \sim \mathcal{N}(\boldsymbol{0}, \mathbf{I})$.

La identificación de choques estructurales descrita en (2) se implementa mediante restricciones de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). Este esquema de identificación permite incorporar de forma simultánea restricciones de exclusión contemporánea como Sims (1980), además de restricciones de signos como en Canova y De Nicolo (2002) y Uhlig (2005). La imposición de restricciones de signos permite asegurar el cumplimiento algunas relaciones causales establecidas por la teoría económica y la evidencia empírica, mientras que las restricciones de ceros son necesarias para establecer consistencia entre el modelo estructural y la imposición de un bloque exógeno. Las restricciones de signo implementadas en este trabajo

[12] El análisis de FAVAR se implementa mediante un análisis PCA aplicado a tres conjuntos de variables asociados a los choques externos de oferta, financieros, y de precios de exportación. Resultados previos utilizaron el análisis PCA para obtener un factor común a la dinámica de la demanda externa proveniente de EE. UU. y China; sin embargo, el índice obtenido no capturó una proporción importante de la volatilidad de ambos países, lo cual distorsionaba los resultados. Para mayor detalle sobre los resultados del PCA, véase el anexo A.4.

restringen la dirección de la respuesta contemporánea de las variables endógenas a choques estructurales. Sin embargo, la metodología es flexible pues permite restringir el signo de las respuestas por más de un periodo, inclusive en horizontes posteriores a los de impacto. En tanto, las restricciones de ceros también pueden complementar las restricciones de signos para la identificación de choques estructurales específicos.

Las restricciones contemporáneas utilizadas para la identificación de la estimación base se describen en la Tabla N°2[13]. Cada columna muestra la variable utilizada para caracterizar el choque interno o externo, así como las restricciones de ceros y signos utilizadas para identificar su canal de transmisión sobre el resto de las variables del modelo. Las restricciones de signos implementadas se basan en los resultados empíricos de los estudios reseñados en la sección previa y en los modelos teóricos para la economía peruana desarrollados por Dancourt (2009) y Dancourt y Mendoza (2016)[14]. Como señalan Kilian y Lütkepohl (2017), la validez estadística de las restricciones de signo es difícil de evaluar; sin embargo, la identificación propuesta en este documento busca ser una primera aproximación al imponer una cantidad limitada de restricciones.

En el caso del bloque externo, un choque financiero (columna A) se define como un incremento no esperado de la tasa de interés sombra de la FED. Para la identificación de su canal de trasmisión se impone el signo positivo de una devaluación de la moneda local, asociado a una salida de capitales, en línea con encontrado por Calvo et al (1993) y Canova (2005), así como por los modelos teóricos señalados previamente. La interacción con el resto de las variables se deja libre para ser calculadas por el modelo. Por su parte, un choque de demanda externa (columna B), se define como un choque no esperado del PBI de China. Para la identificación de este canal comercial se asume que un incremento de la demanda externa afecta contemporáneamente a las cotizaciones internacionales de metales, energía o alimentos, consecuencia de la mayor demanda por *commodities*, en línea con lo mostrado por Kilian y Zhou (2018)[15]. Como el origen del choque es foráneo a los EE. UU. se asume que no hay una respuesta inmediata de la tasa de interés de la FED. En el bloque interno, no se aplica restricciones sobre las variables domésticas. En tanto, un choque de precios de exportación (columna C) se define como un incremento no esperado en el índice del precio de metales. En el bloque externo, para la identificación de este canal de transmisión se impone que no hay respuesta contemporánea de la tasa de interés internacional o del PBI de China, mientras que su efecto contemporáneo sobre el resto de las cotizaciones internacionales se calcula en el modelo. En la economía doméstica se impone que el choque tiene un efecto positivo sobre el PBI, asociado a un incremento implícito en el valor de las exportaciones tradicionales, acorde con los resultados reportados por Chavez y Rodriguez (2022), Rodriguez y Vassallo (2022) y Ojeda Cunya y Rodriguez (2022). Finalmente, un choque de oferta (columna D)

[13] Las restricciones utilizadas para el resto de los ejercicios de sensibilidad se presentan en el anexo A.5.

[14] Dancourt (2009) y Dancourt y Mendoza (2016) plantean modelos Mundell-Fleming con tipo de cambio flotante e intervención cambiaria para analizar los efectos de un conjunto de choques externos sobre la economía peruana.

[15] Killian y Zhou (2018) señalan que la modelación de precio de *commodities* requiere considerar factores globales, tanto de oferta como de demanda. Frente a ello, los autores indican que el crecimiento de la demanda de China partir de los años 2000 es uno de los principales determinantes de la dinámica del precio de *commodities*.

se define como un incremento no esperado del precio de energía o alimentos. Frente a este choque se asume que no hay una respuesta contemporánea del resto de variables externas, pero sí un incremento en la inflación doméstica, asociado al incremento implícito en los precios de importación de bienes intermedios, en línea con los resultados reportados por Cornejo et al (2022).

En el caso del bloque doméstico, se impone que los choques domésticos no tienen un efecto contemporáneo sobre las variables externas, consistente con la imposición del bloque exógeno para el modelo en forma reducida. Bajo este supuesto general, un choque de demanda interna (columna E) se define como un incremento no esperado del PBI, acompañado de mayor inflación y una apreciación de la moneda local. Por su parte, un choque de oferta doméstico (columna F) se define como un incremento no esperado del nivel de precios acompañado de un menor PBI. En tanto, un choque monetario (columna G) se define como un incremento no esperado de la tasa de interés interbancaria. En este caso, se impone que el efecto de este choque sobre el PBI y el IPC es nulo de forma contemporánea, consistente con que los efectos de la política monetaria sobre la actividad económica y la inflación tardan en materializarse. Finalmente, un choque cambiario (columna H) se define como un incremento no esperado del tipo de cambio. Frente a este choque se impone que no hay una respuesta contemporánea de la tasa de interés interbancaria.

Tabla N°2: esquema de identificación de ceros y signos

		Choque a …							
		(A) Tasa sombra FED *(financiero externo)*	**(B)** PBI China *(demanda externa)*	**(C)** Precio de metales *(precios de exportación)*	**(D)** Precio de energía o alimentos *(oferta externa)*	**(E)** PBI *(demanda)*	**(F)** inflación *(oferta)*	**(G)** Tasa de interés *(monetario)*	**(H)** devaluación *(cambiario)*
Respuesta de …	Tasa sombra FED	+	0	0	0	0	0	0	0
	PBI China		+	0	0	0	0	0	0
	Precio de metales		+	+	0	0	0	0	0
	Precio de energía o alimentos		+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	Inflación				+	+	+	0	
	Tasa de interés							+	0
	Devaluación	+				-			+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

4. Resultados

En esta sección se presentan y se discuten cuatro resultados derivados de la estimación de los modelos descritos en la sección previa: i) la descomposición de varianza del error de predicción (DVEP), ii) la descomposición histórica, iii) las funciones impulso respuesta, y iv) el cálculo elasticidades anuales.

4.1 Descomposición de varianza del error de predicción (DVEP)

La DVEP calcula la contribución de distintos choques estructurales a la proporción de la varianza de una variable en particular[16]. La DVEP de las variables domésticas se resume en la Tabla N°3, mientras que los resultados de los ejercicios de sensibilidad se presentan en las Tablas N°4-7.

Tabla N°3: descomposición de varianza del error de predicción de las variables domésticas

	Crecimiento del PBI		Inflación		Tasa de interés		Devaluación	
Choque	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2	Base 1	Base 2
Financiero externo	8.0	7.5	11.1	13.0	30.8	33.9	16.5	17.9
Demanda externa	37.9	40.8	22.7	31.3	11.6	9.8	20.3	18.0
Precios de exportación	5.6	5.9	7.3	6.2	4.4	4.0	12.4	12.9
Oferta externa	10.7	8.4	17.2	13.8	6.8	8.1	11.7	12.7
Factores externos	**62.2**	**62.7**	**58.4**	**64.3**	**53.6**	**55.7**	**60.9**	**61.5**
Demanda	11.2	12.6	7.7	6.4	12.9	8.2	7.5	6.2
Oferta	16.1	13.7	14.7	12.5	5.5	5.1	6.3	5.9
Monetario	2.2	2.4	3.4	2.7	24.8	28.1	13.4	14.5
Cambiario	8.3	8.5	15.8	14.2	3.3	3.0	12.0	12.0
Factores domésticos	**37.8**	**37.3**	**41.6**	**35.7**	**46.4**	**44.3**	**39.1**	**38.5**

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años). En el modelo Base 1 (Base 2) se utiliza el índice de precio de energía (alimentos) como variable asociada al choque de oferta externa.

Los resultados muestran que la mayor parte de la varianza de las variables macroeconómicas analizadas está explicada por factores externos. El choque de demanda externa, asociado principalmente al crecimiento económico de China, es el choque de mayor contribución a la DVEP del PBI (37-.9% – 40.8%), la inflación (22.7% – 31.3%) y la devaluación cambiaria (18.0% – 20.3%). El choque de oferta externa, relacionado a los precios de energía y alimentos, es el segundo más importante para explicar la DVEP del PBI (8.4% – 10.7%) y la inflación (13.8% – 17.2%), afectando en mayor medida a la dinámica de precios. El choque financiero externo, asociado a las tasas de interés en EE. UU., es el de mayor contribución a la DVEP de la tasa de interés doméstica

[16] Según Hamilton (1994), en medida que el horizonte de proyección considerado sea lo suficientemente grande, la FEVD se puede interpretar como la descomposición de la varianza de la propia variable analizada.

(30.8% -33.9%) y el segundo más importante para explicar la DVEP de la devaluación cambiaria (16.5% – 17.9%). El choque de precios de exportación tiene una contribución menor respecto al resto de choques, sin embargo, es relevante para explicar la DVEP de la devaluación cambiaria (12.4%-12.9%).

Tabla N°4: descomposición de varianza del error de predicción del PBI

Choque *(variable)*	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	8.0	7.5	-	8.9	6.1
Tasa sombra	8.0	7.5	-	8.9	-
Demanda externa	37.9	40.8	45.3	-	39.0
PBI China	37.9	40.8	28.7	-	39.0
PBI EE. UU.	-	-	16.6	-	-
Precios de exportación	5.6	5.9	5.8	14.8	6.1
índice de metales	5.6	5.9	5.8	14.8	-
Oferta externa	10.7	8.4	7.4	14.6	9.7
índice de energía	10.7	-	7.4	7.9	-
índice de alimentos	-	8.4	-	6.7	-
Factores externos	**62.2**	**62.7**	**58.4**	**38.3**	**61.0**
Demanda	11.2	12.6	11.1	20.6	11.3
Oferta	16.1	13.7	16.3	18.6	17.4
Monetario	2.2	2.4	4.2	10.4	1.8
Cambiario	8.3	8.5	9.9	12.1	8.6
Factores domésticos	**37.8**	**37.3**	**41.6**	**61.7**	**39.0**

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

Los ejercicios de sensibilidad realizados (ver Tabla N°4) muestran que los choques de demanda externa explican la mayor proporción de la descomposición de la varianza del PBI (entre 37.9% y 45.3%), reflejo de la alta dependencia de la actividad económica local al PBI de China, país que, desde la década del 2000, aceleró su crecimiento económico, se convirtió en el principal demandante de materias de materias a nivel mundial y principal socio comercial de Perú. En contraste, los choques de oferta y financieros tienen una contribución menor sobre la varianza del PBI (entre el 7.4% - 14.6% y 6.1% - 8.9%, respectivamente) reflejo de una menor variabilidad de estos choques en la muestra utilizada. Por su parte, los choques de precios de exportación, disociados al crecimiento de China, presentan el menor aporte sobre la varianza del PBI (entre 5.6% y 14,8%). En particular, en el ejercicio de sensibilidad que omite el canal comercial y evalúa las cotizaciones de precios de energía, alimentos y metales de forma simultánea (sensibilidad B), el aporte del choque de precios de exportación se incrementa a 14,8%, pero la contribución agregada de los choques externos se reduce en 24.1 puntos porcentuales (p.p.), de 62.4% a 38.3%.

En cuanto a la inflación (ver Tabla N°5), choques de demanda externa son los más importantes para explicar su variabilidad (entre 22.1% y 42.7%), alcanzando la mayor contribución cuando se amplía el canal comercial (sensibilidad A). Por otra parte, choques de oferta externa son los segundos más importantes para explicar la variabilidad de la inflación (entre 12.0% y 24.1%) reflejo de un país importador neto de alimentos y energía. Los choques financieros externos y de precios de exportación tienen un aporte menor (entre 10.8% - 13.4% y 6.2% - 11.1%,

respectivamente). Similar a lo que ocurre con el PBI, en el ejercicio de sensibilidad que omite el canal comercial (sensibilidad B) la contribución agregada de los choques externos a la DVEP de la inflación se reduce en 15.4 p.p. (de 61.3% a 46%).

Tabla N°5: descomposición de varianza del error de predicción de la inflación

Choque *(variable)*	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	11.1	13.0	-	10.8	13.4
Tasa sombra	11.1	13.0	-	10.8	-
Demanda externa	22.7	31.3	42.7	-	22.1
PBI China	22.7	31.3	16.5	-	22.1
PBI EE. UU.	-	-	26.2	-	-
Precios de exportación	7.3	6.2	8.9	11.1	7.0
índice de metales	7.3	6.2	8.9	11.1	-
Oferta externa	17.2	13.8	12.0	24.1	16.2
índice de energía	17.2	-	12.0	13.6	-
índice de alimentos	-	13.8	-	10.5	-
Factores externos	**58.4**	**64.3**	**63.5**	**46.0**	**58.7**
Demanda	7.7	6.4	7.6	10.1	6.6
Oferta	14.7	12.5	10.9	13.9	15.2
Monetario	3.4	2.7	4.9	7.0	3.9
Cambiario	15.8	14.2	13.1	23.1	15.6
Factores domésticos	**41.6**	**35.7**	**36.4**	**54.0**	**41.3**

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

En el caso de la tasa de interés doméstica (ver Tabla N°6), los choques financieros externos explican la mayor proporción de su variabilidad (entre 28.7% y 33.9%), señal de una posible relación con la dinámica de la política monetaria internacional. Este resultado contrasta con lo esperado por una regla de Taylor tradicional en la cual la política monetaria local responde principalmente a choques que afectan directamente a los precios y al producto[17]. Por su parte, la contribución de los choques de demanda externa sobre la varianza de la tasa de interés domestica presenta un rango amplio (entre 9.8% - 47%), el cual alcanza su valor máximo cuando se realiza el ejercicio que amplía el canal comercial y omite el canal financiero externo (sensibilidad A). Este resultado sugiere que omitir el canal financiero podría sobrestimar el aporte de choques de demanda externa a la variabilidad de la tasa de interés doméstica. En tanto, los choques de oferta externa y precios de exportación presentan la menor contribución sobre la variabilidad de la tasa de interés domestica (entre 4.0% - 5.3% y entre 5.2% - 11.2%, respectivamente).

En el caso de la devaluación cambiaria (ver Tabla N°7), los choques de demanda externa son los más importantes para explicar su variabilidad (entre 18.0% y 47.2%), alcanzando su rango máximo en el ejercicio de sensibilidad A. Como sucede en el caso de la tasa de interés, la omisión del canal financiero externo podría llevar a sobreestimar el aporte de demanda externa. Finalmente, los choques externos financiero, de precios de exportación y de oferta presentan contribuciones de

[17] De acuerdo con Aguirre et al (2022), la política monetaria en Perú responde principalmente a desviaciones de la inflación tendencial respecto a su meta y a la brecha de producto.

similar magnitud (entre 16.5%-20.1%, 12.4%-21.4%, y 11.3%-18.1%, respectivamente), consistente con una volatilidad cambiaria dependiente de múltiples choques externos.

Tabla N°6: descomposición de varianza del error de predicción de la tasa de interés

Choque *(variable)*	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	30.8	33.9	-	33.8	28.7
Tasa sombra	30.8	33.9	-	33.8	-
Demanda externa	11.6	9.8	47.0	-	21.9
PBI China	11.6	9.8	6.6	-	21.9
PBI EE. UU.	-	-	40.4	-	-
Precios de exportación	4.4	4.0	4.4	5.3	4.4
índice de metales	4.4	4.0	4.4	5.3	-
Oferta externa	6.8	8.1	6.7	11.2	5.2
índice de energía	6.8	-	6.7	5.8	-
índice de alimentos	-	8.1	-	5.5	-
Factores externos	**53.6**	**55.7**	**58.2**	**50.4**	**60.2**
Demanda	12.9	8.2	11.5	8.4	10.6
Oferta	5.5	5.1	4.7	5.8	5.3
Monetario	24.8	28.1	22.5	31.5	21.3
Cambiario	3.3	3.0	3.1	4.0	2.7
Factores domésticos	**46.4**	**44.3**	**41.8**	**49.6**	**39.8**

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

Tabla N°7: descomposición de varianza del error de predicción de la devaluación cambiaria

Choque *(variable)*	Base 1	Base 2	Sensibilidad A	Sensibilidad B	FAVAR
Financiero externo	16.5	17.9	-	20.1	8.4
Tasa sombra	16.5	17.9	-	20.1	-
Demanda externa	20.3	18.0	47.2	-	29.6
PBI China	20.3	18.0	15.0	-	29.6
PBI EE. UU.	-	-	32.2	-	-
Precios de exportación	12.4	12.9	14.1	21.4	18.9
índice de metales	12.4	12.9	14.1	21.4	-
Oferta externa	11.7	12.7	11.3	18.1	11.3
índice de energía	11.7	-	11.3	10.1	-
índice de alimentos	-	12.7	-	8.0	-
Factores externos	**60.9**	**61.5**	**72.7**	**59.5**	**68.1**
Demanda	7.5	6.2	5.3	7.1	4.4
Oferta	6.3	5.9	5.3	6.3	5.6
Monetario	13.4	14.5	5.4	16.0	9.3
Cambiario	12.0	12.0	11.4	11.1	12.6
Factores domésticos	**39.1**	**38.5**	**27.3**	**40.5**	**31.9**

Elaboración propia. Para los cálculos se considera un horizonte de evaluación de 20 trimestres (5 años).

El análisis de DVEP resalta la dependencia de la economía peruana a las condiciones internacionales a través de diversas fuentes. Choques de demanda externa son los más relevantes para explicar la variabilidad del PBI, la inflación y la devaluación; y su omisión genera la subestimación de la contribución de los choques externos. Choques de oferta externa presentan una mayor contribución sobre la inflación doméstica, consistente con la condición de importador

neto de energía y alimentos de la economía peruana. Choques financieros externos son los más relevantes para explicar la variabilidad de la tasa de interés doméstica. Asimismo, la exclusión de un canal financiero explícito distorsiona la composición de la DVEP de la tasa de interés, la inflación y la devaluación cambiaria. Por su parte, el canal de precios de exportación resulta relevante para explicar la variabilidad de la devaluación, reflejo de que movimientos en los precios de minerales se trasladan a la volatilidad cambiaria local. Finalmente, los resultados del análisis FAVAR sugieren que, si bien existen un conjunto de variables que se pueden utilizar para caracterizar un choque externo, los resultados obtenidos bajo las estimaciones principales no son sensibles a cambios en la especificación de variables utilizadas para representar los choques externos.

4.2 Descomposición histórica

La descomposición histórica calcula la contribución de distintos choques estructurales a la desviación de una variable respecto a su estado estacionario. La Figura N°1 presenta la descomposición histórica gráficamente[18] y la Tabla N°4 presenta la proporción de la contribución absoluta de los choques estructurales, internos y externos. Para este análisis, se consideran tres subperiodos: i) desde el inicio de la muestra hasta la implementación del esquema de metas explicitas de inflación (1995:T2 – 2002:T3); ii) el periodo mayor crecimiento económico (2002:T4 – 2013:T4); y iii) el periodo de desaceleración económica (2014:T1 – 2019:T4).

Tabla N°8: proporción de la contribución absoluta a la descomposición histórica

	Crecimiento del PBI		Inflación		Tasa de interés		Devaluación	
	Internos	Externos	Internos	Externos	Internos	Externos	Internos	Externos
1995-2002	51.8	48.2	38.5	61.5	54.5	45.5	43.2	56.8
2002-2013	34.6	65.4	31.8	68.2	42.0	58.0	36.0	64.0
2014-2019	40.0	60.0	30.9	69.1	53.5	46.5	37.6	62.4
Total	**41.0**	**59.0**	**33.6**	**66.4**	**48.6**	**51.4**	**38.6**	**61.4**

Elaboración propia.

La descomposición histórica del PBI sugiere que entre los años 1995-2002, las fluctuaciones económicas se determinan tanto por factores domésticos (51.8%) como externos (48.2%). Los choques de oferta interna son el principal determinante del bajo crecimiento económico registrado entre los años 1995-1998[19]; mientras que los choques negativos de demanda externa cobran un mayor protagonismo entre 1998-2002[20]. Entre los años 2002-2013, los choques externos son el principal determinante del PBI. En estos años, los choques favorables de oferta y demanda externa (12.7% y 39.2%, respectivamente) explican el alto crecimiento económico[21]. Una excepción se registra durante la crisis internacional del 2009, que pese a tener un origen de carácter financiero a nivel global, tuvo un impacto sobre los sectores reales en la economía internacional y, por tanto, una contribución negativa al PBI local. Por su parte, entre los años 2014-2019, se materializan un conjunto de choques externos negativos, principalmente de demanda, que explican la mayor parte de las fluctuaciones económicas en estos años[22]. En segundo orden, se encuentran los choques

[18] Se presentan los resultados del modelo base 1. Los resultados bajo el modelo base 2 se muestran en el anexo A.6.

[19] Entre 1997-1998 se registró uno de los Fenómenos del Niño más fuertes de la historia reciente, con un impacto económico de alrededor de 6.2% del PBI según el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (2016).

[20] En 1997 ocurrió la crisis asiática y en 1998 la crisis rusa. En Latinoamérica, Brasil entro en recesión en 1999 y Argentina entre 2001-2002. Adicionalmente, en EE. UU. ocurrió la crisis puntocom entre 2000-2002.

[21] Este periodo se caracteriza por un acelerado crecimiento promedio de China (10.3%) acompañado por un crecimiento sostenido en el precio de *commodities* como metales (12.5%), energía (12.1%) y alimentos (6.1%). En este contexto, el PBI peruano registró un crecimiento promedio de 6.0%.

[22] Este periodo se caracteriza por una desaceleración del crecimiento promedio de China (6.8%) al mismo tiempo que una reducción en el precio de *commodities* como metales (-3.4%), energía (-9.3%) y alimentos (-3.2%). En estos años, el PBI peruano registró un crecimiento promedio de 3.0%.

financieros externos, que tuvieron una contribución positiva entre 2014-2015 y negativa a partir del 2016, congruente con la aceleración y finalización de la política monetaria expansiva en EE. UU durante dichos años[23].

La descomposición histórica de la inflación destaca la contribución de los factores externos (66.4%) durante todo el periodo analizado. Previo a la implementación del esquema de metas de inflación (1995-2002), se destacan dos picos inflacionarios registrados entre 1996-1998, explicados por factores domésticos, asociados a choques cambiarios[24] y de oferta negativos. Luego de estos picos, cobran relevancia los choques externos de oferta y demanda, que en conjunto explican la dinámica de la inflación entre 1999-2001[25] y la deflación registrada a inicios de 2002[26]. Posterior a la implementación del esquema de metas de inflación (2003-2019), los choques de oferta y demanda externa siguen siendo los principales determinantes de la dinámica de precios, explicando el pico inflacionario de 2008[27] y los desvíos respecto al rango meta en los años 2011-2012 y 2015-2016. Por otra parte, los choques financieros externos muestran una contribución directa sobre la inflación, contribuyendo de forma positiva en periodos donde la tasa de la FED fue más elevada (1996-2000, 2005-2007 y 2016-2019) y de forma negativa en periodos donde la tasa de la FED fue menor (2001-2004, 2008-2015). Análogamente, choques de precios de exportación contribuyen de forma negativa (positiva) a la inflación en periodos en los cuales el precio de los metales se incrementó (redujo)[28].

[23] Desde diciembre de 2008 hasta diciembre 2015, la Reserva Federal de EE. UU. mantuvo las tasas de interés de política en un rango entre 0.00% y 0.25%. Asimismo, se implementaron políticas no convencionales como preanuncios monetarios (*forward guidance* en inglés) y expansiones cuantitativas (*QE* en inglés), las cuales llevaron a una postura monetaria incluso más expansiva en países avanzados.

[24] En línea con una mayor prima por riesgo en países emergentes, entre 1996-1998 se registró una devaluación cambiaria promedio de 8.7%. Como señalan Castellares y Toma (2020), el traspaso de la devaluación hacia la inflación habría sido mayor en aquellos años de mayor dolarización de la economía.

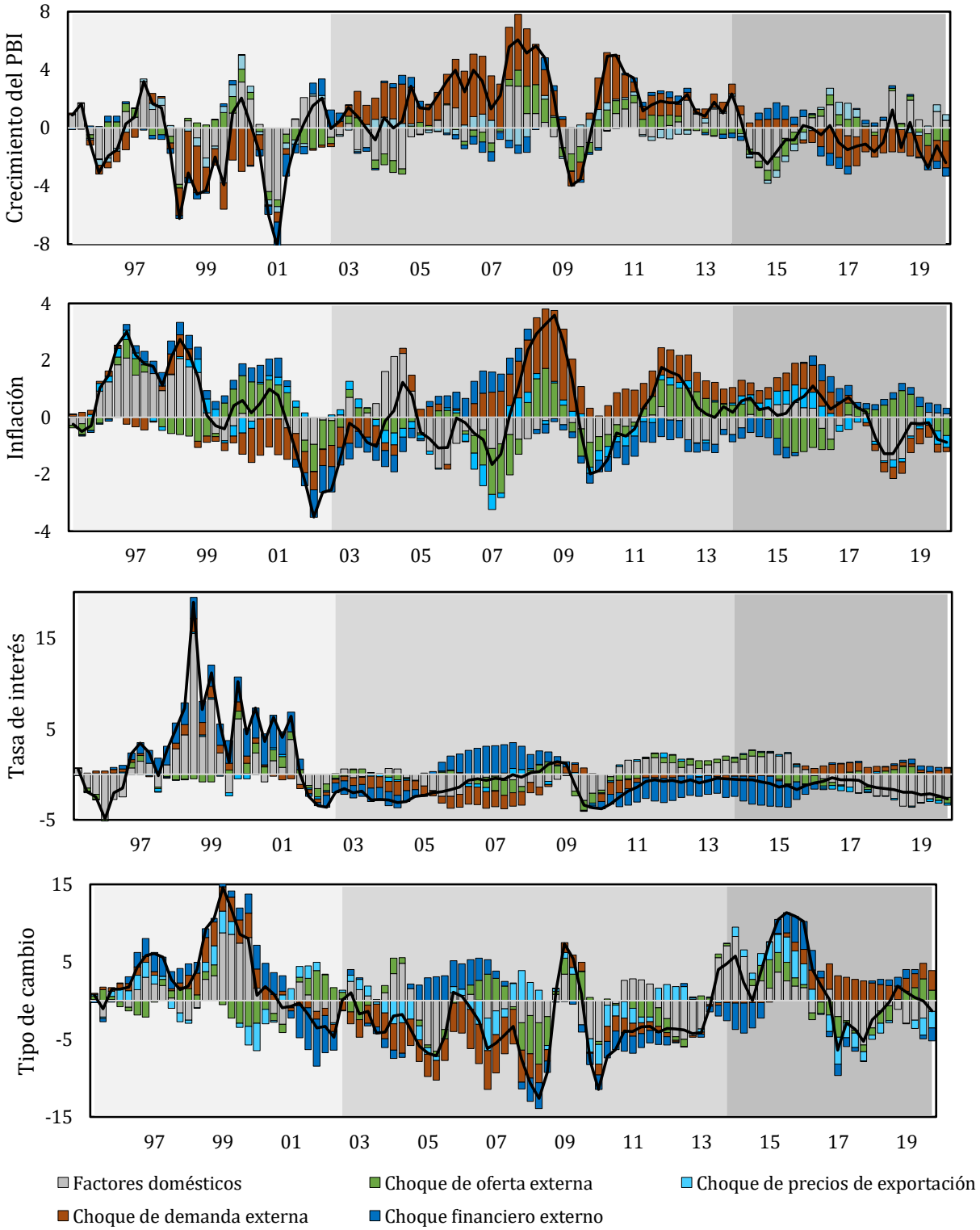
[25] Entre estos años se registran dos efectos contrapuestos, de similar magnitud, sobre la inflación doméstica. Un mayor precio internacional de energía presionó hacia mayor inflación, al mismo tiempo que un menor crecimiento de China y otros países emergentes favoreció una reducción en el nivel de precios.

[26] En 2002 tanto choques de demanda como de oferta externa explicaron una reducción en el nivel de precios. El incremento en el precio de energía registrado en años previos se revirtió, al mismo tiempo que China y otros socios comerciales mantuvieron un crecimiento económico cercano o por debajo de sus promedios históricos.

[27] En 2008 tanto choques de demanda como de oferta externa explicaron el pico inflacionario previo a la crisis financiera internacional. A mediados de dicho año el precio de energía alcanzó su máximo valor y en los trimestres previos China aceleró su crecimiento por encima de dos dígitos.

[28] Los choques de precios de exportación muestran contribuciones positivas a la inflación en 1998-1999, 2001, 2007-2009, 2012 y 2014-2016, años en los cuales el precio de los metales se redujo en -11.2% en promedio. Contribuciones negativas se observan en 2000, 2004, 2006, 2010-2011 y 2017-2019, años en los cuales el precio de metales se incrementó en 22.3% en promedio.

Figura N°1: descomposición histórica de las variables domésticas (p.p.)



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios.

La descomposición histórica de la tasa de interés muestra que la dinámica de precios se explica tanto por factores internos como externos (48.6% y 51.4%, respectivamente). La contribución de los factores internos es de mayor importancia durante el periodo previo al esquema de metas de inflación (1995-2002), dominado por los choques monetarios. Estos años se caracterizan por ser un periodo de estabilización y control de la inflación, así como de transición desde la gestión de agregados monetarios hacía tasas de interés de política[29]. Posterior a la implementación del esquema de metas de inflación (2003-2019) los choques financieros externos son los más importantes para explicar la dinámica de la tasa de interés[30]. Choques positivos de demanda externa contribuyeron de forma negativa a la tasa de interés entre los años 2003-2011, en parte como respuesta a la entrada de capitales registrada en estos años. Por su parte, la contribución de los choques de oferta externa y de precios de exportación sobre la tasa de interés son de menor magnitud respecto al resto de choques externos; resultados consistentes con una respuesta de política que no reacciona ante choques transitorios sobre la inflación[31].

La descomposición histórica de la devaluación resalta la contribución de los factores externos a la dinámica del tipo de cambio (61.4%), especialmente luego de los años 90. Entre 1995 y 2002, la devaluación cambiaria estuvo explicada por choques financieros externos asociados al manejo de la política monetaria estadounidense[32] y, en menor medida, por factores internos asociados a choques monetarios. Entre 2002 y 2013, los choques de demanda externa fueron el principal determinante de la apreciación cambiaria registrada en estos años, congruente con la entrada de capitales asociada al auge exportador. En el mismo periodo, los choques financieros externos contribuyeron de forma positiva a la devaluación cambiaria antes de la crisis financiera (2004-2007) y de forma negativa en los años siguientes (2008-2011)[33]. En paralelo, choques de precios de exportación y de oferta externa mostraron contribuciones volátiles en los periodos cercanos a la crisis internacional[34]. Finalmente, entre 2014 y 2019 todos los choques externos analizados contribuyeron a la devaluación cambiaria en una proporción similar, reflejo de un entorno

[29] Como se señala en BCRP (2004), previo al 2002 el banco central operaba mediante metas monetarias asociadas al crecimiento de la base monetaria. Posterior al 2002 el banco central opera administrando la tasa de interés interbancaria.

[30] Entre el 2001-2002 y 2008-2009, las rebajas de la tasa de interés local coinciden con rebajas de la tasa de interés de EE. UU debido a la implementación de políticas monetarias contracíclicas en ambos paises.

[31] De acuerdo con Aguirre et al (2022), la política monetaria en Perú responde principalmente a desviaciones de la inflación tendencial respecto a su meta y a la brecha de producto. En ese sentido, choques con efectos persistentes sobre el PBI y la inflación gatillan una respuesta monetaria mayor respecto a choques con efectos transitorios.

[32] Entre 1995 y 2002 la política monetaria de la FED fue marcadamente contractiva. Se revirtió la reducción de tasas de interés observada luego de la recesión a inicios de la década, y se mantuvo una tasa de interés promedio de 5.5%. Recién a partir de 2001 se redujo la tasa de interés de la FED, en el contexto de la crisis puntocom.

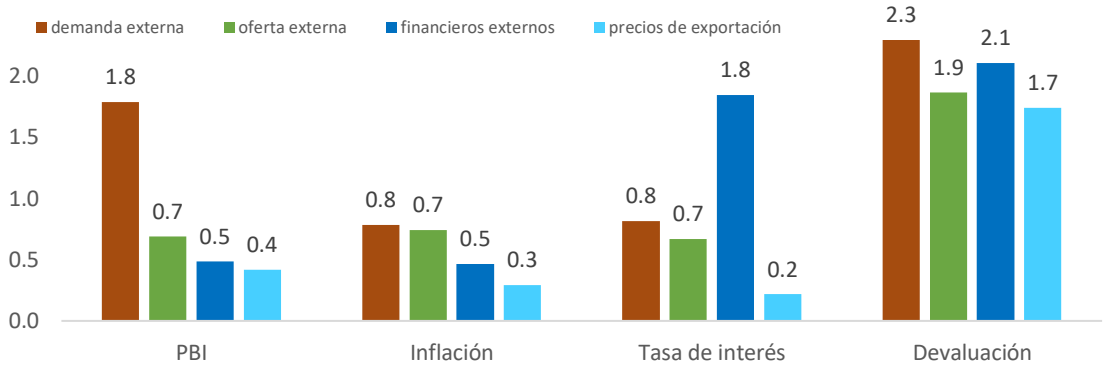
[33] Entre 2004 y 2007 la FED mantuvo un ciclo alcista de tasas de interés, incrementando sus tasas de política en alrededor de 400 puntos básicos. En contraste, entre 2008 y 2011 se registraron políticas monetarias expansivas en respuesta a la crisis financiera, las tasas de política se mantuvieron en el rango entre 0.00%-0.25% y se implementaron otras políticas no convencionales como la expansión cuantitativa.

[34] En este periodo tanto el precio de metales como de energía mostraron una alta variabilidad. El precio de metales alcanzó un máximo en 2007 y después se redujo hasta alcanzar un mínimo en 2009. El precio de energía alcanzó su pico en 2008 y luego se redujo pronunciadamente al año siguiente. Posterior a la crisis financiera el precio de ambos *commodities* se recuperó rápidamente.

internacional desfavorable, donde se materializaron distintos choques de forma continua, aunque en menor magnitud respecto a los periodos previos. Choques financieros externos contribuyeron de forma negativa y positiva a la devaluación cambiaria, consistente con la fase final de expansión y el posterior retiro del impulso monetario en economías avanzadas. Choques de demanda externa contribuyeron de forma positiva a la devaluación, en línea con la ralentización del crecimiento económico de China. Por otro lado, choques de precios de exportación y de oferta externa contribuyeron de forma positiva y negativa a la devaluación, acorde con la caída y el posterior rebote en el precio de *commodities*.

El análisis de descomposición histórica muestra que la dinámica de las variables macroeconómicas entre 1995 y 2019 ha estado determinado por los choques externos, principalmente luego de la implementación del esquema de metas de inflación. Los choques de demanda externa fueron el factor más importante para explicar las fluctuaciones económicas, la dinámica de la inflación y los movimientos del tipo de cambio. En segundo lugar, los choques de oferta externa, vinculados al precio de la energía, afectaron principalmente a la inflación interna y, en menor medida, al PBI. En tercer lugar, los choques financieros externos fueron el factor más relevante para explicar los movimientos en la tasa de interés local. Por último, los choques de precios de exportación disociados del crecimiento de China son relevantes para explicar la dinámica la devaluación cambiaria. Estos resultados se resumen en la Figura N°2, en la cual se compara la desviación estándar de la contribución de cada choque externo según la variable doméstica evaluada.

Figura N°2: desviación estándar de la contribución de choques externos (p.p.)

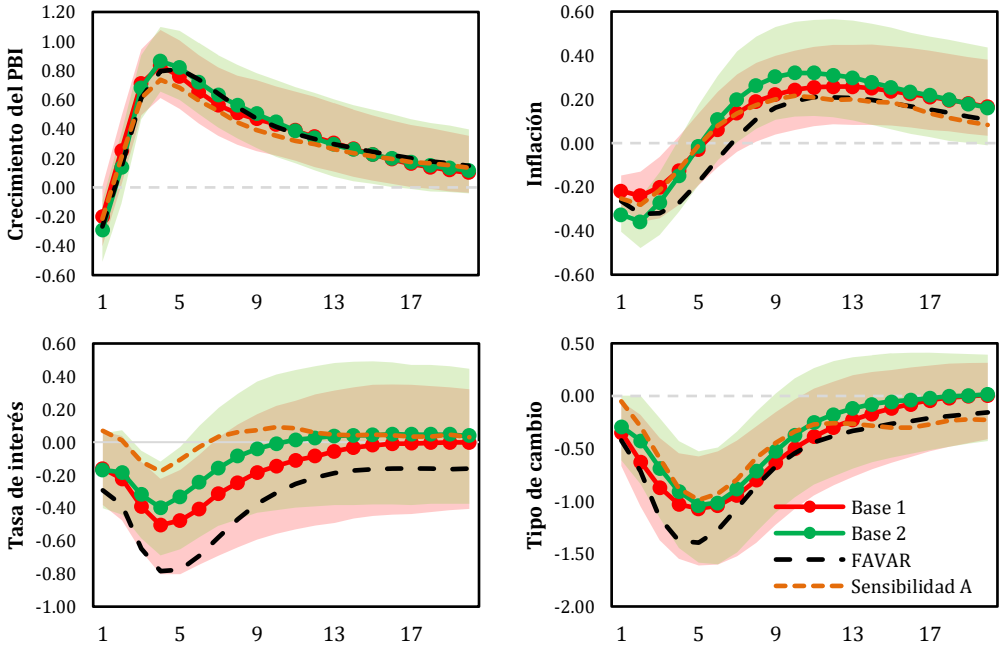


Elaboración propia.

4.3 Funciones impulso respuesta

Las funciones impulso-respuesta calculan la respuesta dinámica de un conjunto variables frente a la materialización de un choque estructural. Con el objetivo de evaluar diversos canales de transmisión, en esta subsección se presentan las funciones impulso-respuesta de todas las variables domésticas a los cuatro choques externos identificados[35], considerando el conjunto de modelos descritos en la sección previa.

Figura N°3: respuesta de las variables domésticas a un choque de demanda externa



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

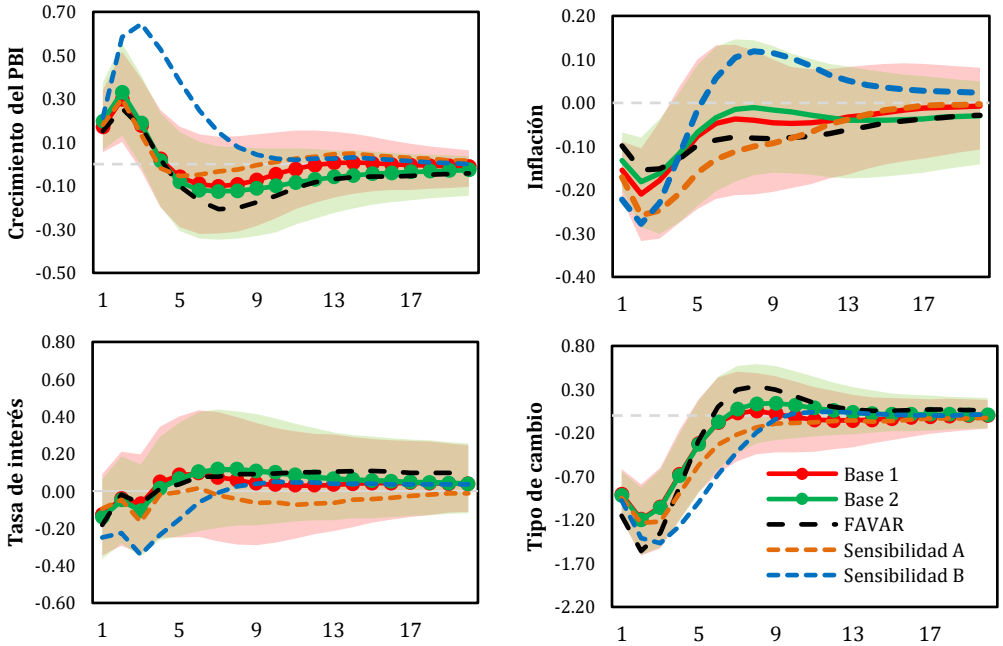
La Figura N°3 muestra la respuesta de las variables domesticas ante un choque de demanda externa. **El incremento en el PBI de China** genera un **incremento del PBI doméstico**, el cual alcanza su pico luego de 3 trimestres y sus efectos persisten hasta el tercer año. Acorde con la identificación de signos, el incremento en el PBI de China viene acompañado de un incremento en el **precio de *commodities* en el frente externo**, que en el corto plazo genera una entrada de capitales y un **menor tipo de cambio**[36]. En consecuencia, **el nivel de precios se reduce transitoriamente** durante el primer año, acorde con un efecto traspaso del tipo de cambio dominante en el corto plazo, y se incrementa luego de un año de producido el choque, congruente

[35] Se considera que el tamaño de los choques es de una desviación estándar y se evalúa un horizonte de 20 trimestres. Para mayor detalle, en el anexo A.7 se presentan las funciones impulso respuesta anuales frente a choques unitarios.

[36] El incremento del valor de las exportaciones, tanto por volumen como precios, estaría generando un superávit de balanza comercial, que produce un exceso de oferta de dólares en la economía doméstica, y presiona hacia una apreciación de la moneda local.

con un incremento persistente del crecimiento económico. En respuesta a la reducción inicial de la inflación **la tasa de interés doméstica se reduce** durante 5 trimestres luego de ocurrido el choque.

Figura N°4: respuesta de las variables domésticas a un choque de precios de exportación



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

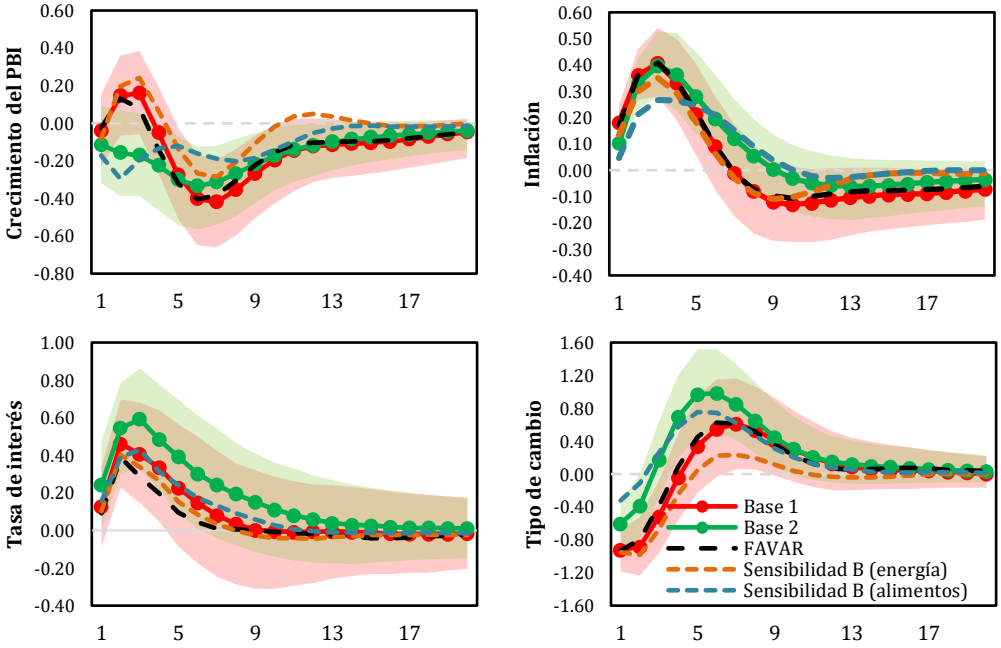
La Figura N°4 muestra la respuesta de las variables domésticas a un choque de precio de exportación. Acorde con la restricción de signos, un **incremento en el precio de metales** genera una **respuesta positiva del PBI de forma contemporánea**, que luego alcanza su pico en el segundo trimestre y se disipa dentro del año de producido el choque[37]. Al mismo tiempo, se produce una **apreciación de la moneda local** en el corto plazo, asociada a la entrada de capitales[38]. Esta caída del tipo de cambio genera una **presión a la baja sobre el nivel de precios domésticos** durante el primer año luego de producido el choque. Sobre este choque, cabe discutir dos resultados. En primer lugar, los choques de precios de exportación tienen efectos transitorios sobre todas las variables domésticas analizadas, pues estos se disipan dentro del año de producido el choque. Bajo la identificación propuesta, un choque de precios de exportación genera un incremento del precio de metales que no es acompañado por una respuesta inmediata del PBI de China (restricción de cero). En ese sentido, este choque refleja movimientos en el precio de metales

[37] La restricción de signos refleja el supuesto de que, ante un incremento en el precio de los metales, el valor de las exportaciones se incrementa de forma inmediata. Este supuesto está en línea con lo encontrado por Rodriguez y Vassallo (2022), quienes llegan a un hallazgo similar utilizando una identificación recursiva.

[38] De acuerdo con el marco teórico propuesto por Dancourt y Mendoza (2016), un incremento en los precios de exportación en economías primario-exportadoras favorece la balanza de pagos, presionando hacia una reducción del tipo de cambio, incluso bajo un régimen de flotación sucia donde el banco central interviene en el mercado cambiario.

explicados por factores de oferta o demanda desligados de crecimiento económico de China. En segundo lugar, la respuesta de la tasa de interés domestica es no significativa, acorde con la naturaleza transitoria del choque de precios de exportación.

Figura N°5: respuesta de las variables domésticas a un choque de oferta externa



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

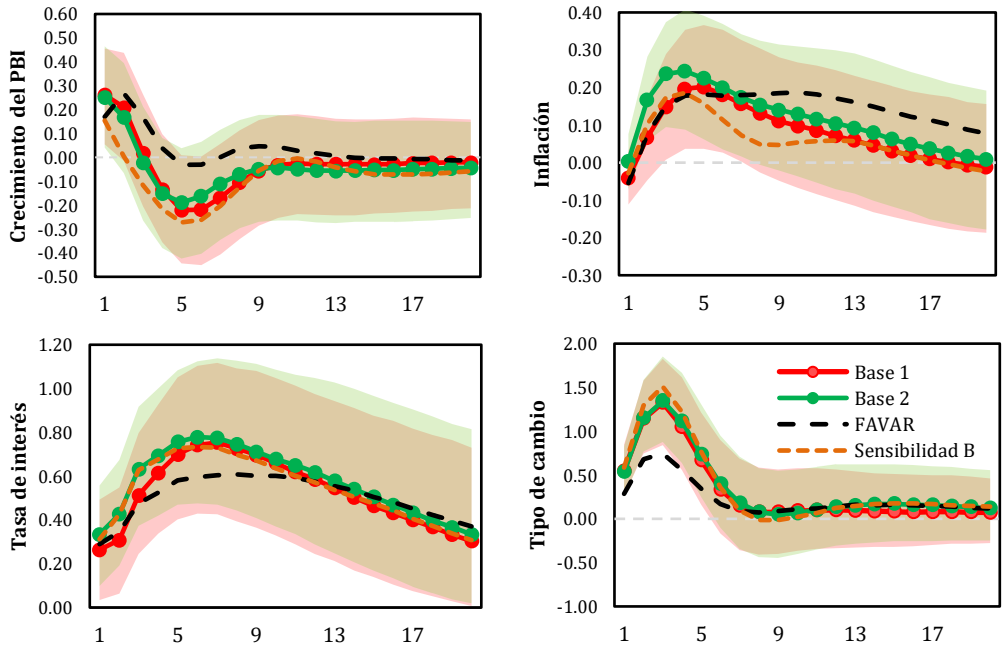
La Figura N°5 muestra la respuesta de las variables domésticas a un choque de oferta externa. Acorde con la restricción de signos, un **incremento en los precios de energía o metales** genera una **respuesta positiva de la inflación domestica** durante el periodo de impacto, alcanza su mayor efecto luego de un semestre y persiste hasta el segundo año[39]. Frente a este incremento del nivel de precios, **el PBI** reacciona con cierto rezago, **registrado una contracción significativa luego de un año** de producido el choque[40]. Como muestran los modelos teóricos, el incremento del nivel de precios genera una perdida gradual de la capacidad adquisitiva en términos reales, que contrae la demanda interna y el nivel de actividad económica. Por su parte, **la tasa de interés domestica**

[39] Bajo la identificación propuesta, un choque de oferta externa genera un incremento contemporáneo en la inflación local. Este supuesto es consistente con los resultados de Cornejo et al (2022) quienes encuentran que choques de precios de alimentos tienen un efecto positivo sobre el IPC a los pocos meses de materializado el choque. En el caso de choques de precios de energía, los autores encuentran que el efecto sobre la inflación tarda algunos meses más en materializarse. Los resultados presentados se mantienen si se ajusta el supuesto de identificación a una respuesta rezagada de la inflación local o si se elimina la restricción.

[40] En el caso del modelo base 2 y la sensibilidad B (evaluando el choque de precios de alimentos), un choque de oferta externa tiene efectos negativos sobre el PBI durante el primer año en que se materializa el choque, aunque en una magnitud menor respecto al segundo año. En el caso del modelo base 1, la sensibilidad B (evaluando el choque de precios de energía) y FAVAR, estos efectos podrían ser expansivos durante los dos trimestres posteriores a la materialización del choque. Al considerar efectos acumulados de forma anual, el efecto expansivo registrado durante el primer año resulta cercano a cero, mientras que el efecto recesivo del segundo año es mucho más pronunciado.

se incrementa durante el primer año de producido el choque, consistente con una regla de Taylor que da mayor peso a los desvíos de la inflación. La respuesta del **tipo de cambio** frente a un choque de oferta externa muestra una **paradoja**[41]: **inicialmente** se observa una **apreciación** de la moneda local, posiblemente asociada al incremento en la tasa interés doméstica, y una **depreciación de la moneda luego de un año** de producido el choque, en línea con la contracción de la economía. La magnitud de la apreciación inicial y la devaluación posterior depende del modelo evaluado. Una posible explicación a este resultado es la ausencia de una variable que capture la intervención cambiaria del banco central dentro del modelo.

Figura N°6: respuesta de las variables domésticas a un choque financiero externo



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios. Las áreas rojas y verdes señalan la región de credibilidad (percentiles 16 y 84) de los modelos base 1 y 2, respectivamente.

La Figura N°6 presenta las respuestas de las variables domésticas ante un choque financiero externo. De acuerdo con lo impuesto por la restricción de signos, **un incremento de la tasa de interés internacional** genera una **devaluación de la moneda local** durante el trimestre de impacto, alcanza su pico dentro del año y sus efectos persisten hasta el segundo año. **Este incremento del tipo de cambio** genera una presión **al alza sobre el nivel de precios** con cierto rezago, alcanzando su pico luego de un año. Por otra parte, **la tasa de interés local se incrementa de forma contemporánea** ante el choque financiero externo, alcanzando su valor máximo luego de 6 trimestres. Teóricamente[42], el choque financiero externo y la respuesta de las variables

[41] La paradoja (*puzzle* en inglés) hace referencia a que, frente a un choque de oferta externa adverso a la economía doméstica, no se encuentra una respuesta devaluatoria automática, por el contrario, se registra una apreciación cambiaria. La apreciación inicial del tipo de cambio revierte hacia una devaluación en el mediano plazo, especialmente en el modelo base 2, donde el efecto devaluatorio es de mayor magnitud.

[42] Véase Dancourt (2009) y Dancourt y Mendoza (2016).

domesticas pueden tener **efectos contrapuestos sobre el PBI**. Por un lado, el incremento del tipo de cambio aumenta el valor de las exportaciones y eleva la demanda agregada; sin embargo, en economías parcialmente dolarizadas se genera un efecto hoja de balance[43] que incrementa la carga real de la deuda y contrae la actividad económica. Por otro lado, el incremento de las tasas de interés externas y domesticas generan condiciones monetarias restrictivas que contraen la demanda interna. La función impulso-respuesta del **PBI** muestra un efecto contractivo que predomina a partir del segundo año, superior en magnitud al efecto expansivo inicial. En estimaciones complementarias, bajo un esquema de identificación más restrictivo[44], el efecto hoja de balance predomina desde el primer año y su efecto acumulado en todo el horizonte temporal es mayor[45].

El análisis de las funciones impulso-respuesta muestran que los canales de transmisión de los choques externos sobre las variables domesticas son estadísticamente significativos y relevantes para un país primario exportador y parcialmente dolarizado. **Los choques de demanda externa** tienen una mayor magnitud y persistencia sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria significativa en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo. **Los choques de oferta externa** tienen un mayor efecto sobre la inflación doméstica, gatillan una respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo, generando efectos recesivos y devaluatorios con un año de rezago. **Los choques financieros externos** tienen efectos más relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica, ocasionan una devaluación cambiaria significativa y una mayor inflación en el corto plazo, así como un efecto recesivo sobre el PBI en el mediano plazo. **Los choques de precios de exportación** tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo. Finalmente, los resultados del análisis del FAVAR y las sensibilidades muestran que la dinámica de las variables domesticas se mantiene ante distintas especificaciones de los choques externos.

[43] Como señala Dancourt (2009), este fenómeno también es conocido como efecto Fisher, y ocurre cuando las empresas del sector no primario tienen deuda dolarizada, generando un descalce en sus hojas de balance ante variaciones del tipo de cambio. Jiménez (2010) argumenta que este efecto es particularmente importante en el caso peruano y afecta incluso a la estabilidad del sistema financiero a través de la mora y el volumen del crédito.

[44] Bajo un esquema de identificación alternativo se impone una restricción de cero en la respuesta contemporánea del PBI doméstico al choque financiero externo. Bajo este supuesto, se asume que en el periodo de impacto los efectos competitividad y hoja de balance se anulan entre sí.

[45] En este caso la función impulso respuesta muestra valores negativos durante 8 trimestres consecutivos y presenta elasticidades de -0.13 y -0.16 en horizontes de 1 y 2 años, respectivamente.

4.4 Cálculo de elasticidades anuales

Las elasticidades se calculan a partir de las funciones impulso-respuesta[46] y permiten estandarizar los choques externos a una magnitud preestablecida, con el objetivo de cuantificar la sensibilidad de las variables domesticas ante cambios de las variables externas. En este caso, establecemos variaciones de 10% en el precio de los *commodities* (metales, alimento y energía) y variaciones de 1% en las tasas de interés y de crecimiento externo[47]. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla N°9[48].

Ante un incremento de 1% de la tasa de interés de la FED generado por un choque financiero externo, la tasa de crecimiento del PBI se incrementa en 0.16 p.p. en el horizonte de un año. En periodos temporales mayores, el efecto acumulado sobre el PBI es contractivo (alrededor de -0.07 p.p.). Por su parte, la tasa de interés domestica registra una elasticidad anual de 0.75 p.p. y una elasticidad unitaria en el mediano plazo. En tanto, la elasticidad anual de la devaluación cambiaria es de 1.78 p.p. y se reduce a 0.6 p.p. en el mediano plazo. En el caso del nivel de precios, se obtienen elasticidades entre 0.16 y 0.21 p.p. dependiendo del horizonte analizado.

Ante un incremento de 1% del PBI de China generado por un choque de demanda externa, la tasa de crecimiento del PBI se incrementa en 0.5 p.p. en el horizonte de un año y cercano al valor unitario en el mediano plazo. En el caso de la devaluación cambiaria, se registra una elasticidad (apreciación) de -0.95 en el horizonte de un año y de -1.3 p.p. en el mediano plazo. Por su parte, la inflación domestica registra una elasticidad anual de -0.26 p.p.; sin embargo, la dirección se revierte en el mediano plazo (0.3 p.p.). En el caso de la tasa de interés doméstica, se obtienen elasticidades entre -0.4 y -0.55 p.p. dependiendo del horizonte analizado.

Ante un incremento de 10% en el precio de los metales generado por un choque de precios de exportación, la tasa de crecimiento del PBI se incrementa en 0.2 p.p. en el horizonte de un año y se reduce a 0.04 p.p. en el mediano plazo. En el caso de la devaluación cambiaria, se registra una elasticidad (apreciación) de -1.1 en el horizonte de un año, similar a su valor de mediano plazo. En tanto, la inflación domestica registran elasticidades entre 0.2 y 0.28 p.p. dependiendo del horizonte temporal. En cuanto a la tasa de interés doméstica, las elasticidades reportadas son reducidas[49].

Ante un incremento de 10% en los precios de energía generado por un choque de oferta externa, la tasa de crecimiento del PBI no responde en un horizonte anual, se reduce en -0.43 p.p.

---

[46] Las elasticidades se calculan como la división entre dos IRF acumuladas. En el numerador se considera la IRF acumulada de una variable doméstica ante un choque externo y en el denominador se considera la IRF acumulada de la variable externa frente al mismo choque.

[47] Se consideran variaciones de 10% en el caso del precio de metales, energía, y alimentos debido a que el crecimiento de estas variables es más volátil (desviaciones estándar de 23.2%, 29.3%, y 10.9%, respectivamente). En el caso de la tasa de la FED y el crecimiento de China se observa una volatilidad menor (alrededor de 2.2% en ambos casos).

[48] Se presentan las elasticidades del modelo base 1. Los resultados bajo la estimación del modelo Base 2 se encuentran disponibles en el anexo A.8.

[49] Acorde con funciones impulso-respuesta no significativas.

en un horizonte de dos años y se amplifica a -1.0 p.p. el mediano plazo. En el caso de la inflación, se registra una elasticidad de 0.3 p.p. en un año, se amplifica a 0.5 p.p. en un horizonte de dos años y se reduce en el mediano plazo. En tanto, la tasa de interés registra una elasticidad anual de 0.3 p.p. y una elasticidad de 0.6 p.p. en el mediano plazo. Finalmente, la devaluación cambiaria registra una elasticidad (apreciación) de -0.56 p.p. en el horizonte de un año y revierte a 0.38 p.p. en el mediano plazo.

Tabla N°9: elasticidades anuales, modelo base 1

	Choque financiero externo, incremento de 1% en la tasa sombra de la FED				Choque de demanda externa, incremento de 1% del PBI de China			
	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	0.16	0.16	0.75	1.78	0.53	-0.26	-0.42	-0.95
2	-0.07	0.21	0.92	1.06	0.82	-0.08	-0.55	-1.34
3	-0.07	0.20	1.00	0.79	0.94	0.09	-0.54	-1.41
4	-0.07	0.18	1.03	0.68	1.02	0.23	-0.51	-1.38
5	-0.07	0.16	1.05	0.63	1.06	0.33	-0.50	-1.34
	Choque de precios de exportación, incremento de 10% del precio de metales				Choque de oferta externa, incremento del 10% del precio de energía			
	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	0.19	-0.19	-0.06	-1.11	0.05	0.30	0.31	-0.56
2	0.08	-0.21	0.03	-1.00	-0.43	0.52	0.64	-0.12
3	0.04	-0.25	0.06	-1.02	-0.76	0.39	0.70	0.27
4	0.04	-0.27	0.10	-1.06	-0.88	0.23	0.65	0.35
5	0.04	-0.28	0.14	-1.07	-0.98	0.11	0.62	0.38

Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios.

Los resultados reportados sugieren que cambios en la tasa de crecimiento de China tienen efectos relevantes sobre la economía doméstica, encontrándose un traspaso unitario sobre el crecimiento local en el mediano plazo. Asimismo, el incremento en el precio de la energía o alimentos tiene efectos recesivos sobre la actividad local a partir del segundo año. Por otra parte, cambios en la tasa de interés de la FED se trasladan sobre la tasa de interés doméstica de forma proporcional en el mediano plazo. En tanto, variaciones en el precio de metales tienen efectos transitorios sobre el PBI doméstico y sobre el tipo de cambio. De forma complementaria, el cálculo de elasticidades permite cuantificar el efecto traspaso del tipo de cambio sobre la inflación doméstica. Según el

choque externo, el efecto traspaso a un año se encuentra entre 0.1 y 0.3, en línea con los resultados reportados por la literatura empírica sobre el tema[50].

En un contexto de múltiples choques externos, cuya transmisión sobre variables domesticas es especialmente compleja, los resultados reportados permiten evaluar la vulnerabilidad de la economía peruana ante choques diferenciados. En orden de relevancia, durante el 2022 la economía peruana se ha visto afectada por los siguientes choques externos: i) la desaceleración del crecimiento de China, en 1.6 p.p. entre los años 2019-2022; ii) el incremento en la tasa de política de la FED, en 425 puntos base entre enero de 2021 y diciembre de 2022; iii) el incremento en los precios internacionales de energía y alimentos, en 96% y 33% entre 2019-2022. Estos 3 choques externos negativos se han visto parcialmente compensados por el incremento en el precio de metales en 29% entre 2019-2022. En la historia económica reciente, el Perú siempre ha sido particularmente vulnerable al contexto internacional; sin embargo, a diferencia de otros episodios, se registra la confluencia de 3 choques externos negativos de forma simultánea.

[50] Asociado a un choque financiero externo, el efecto traspaso del tipo de cambio sobre la inflación es de 9.1%. En el caso de los choques de precios de exportación y de demanda externa, estos valores se incrementan a 17.5% y 27.4%. De acuerdo con lo señalado por Castellares y Toma (2020), la literatura aplicada en Perú encuentra que el efecto traspaso del tipo de cambio ronda entre 30 y 50% durante los 90, y entre 0 y 20% en la década posterior.

5. Conclusiones

Economías primario-exportadoras y parcialmente dolarizadas como la peruana están expuestas a múltiples choques externos que se materializan de forma de simultánea. Este documento cuantifica el aporte de 4 choques externos diferenciados entre sí: i) de demanda, ii) de oferta, iii) financieros, y iv) de precios de exportación. Con este fin, se realiza la estimación de un modelo BVAR con exogeneidad por bloques e identificación de ceros y signos, de acuerdo con lo propuesto por Arias et al (2018). En base a esta estimación, se presentan ejercicios de descomposición de varianza del error de predicción, descomposiciones históricas, funciones impulso-respuesta y elasticidades.

Los resultados muestran la dependencia de la economía peruana a las condiciones externas. En conjunto, los factores externos explican alrededor del 60% de la varianza de las variables domésticas. Resultados similares se obtienen del análisis de descomposición histórica.

En particular, los resultados sugieren que **la economía peruana es especialmente sensible a choques de demanda externa**, asociados a variaciones en el crecimiento económico de China. Este choque es el más importante para explicar la variabilidad del PBI doméstico, la inflación y el tipo de cambio; y su omisión distorsiona el aporte agregado que tienen los factores externos sobre la economía peruana. De forma complementaria, el análisis de descomposición histórica refuerza los resultados encontrados y muestra que el crecimiento económico peruano ha sido más susceptible a los choques externos a partir de la década del 2000. Con relación a su canal de transmisión, las funciones impulso-respuesta muestran que choques de demanda externa tienen efectos positivos, de mayor magnitud y persistencia, sobre el PBI, generando una apreciación cambiaria significativa en el corto plazo y un incremento en el nivel de precios en el mediano plazo.

En segundo lugar, **choques de oferta externa**, vinculados al precio internacional de energía y alimentos, presentan una mayor contribución sobre la variabilidad de la inflación doméstica, consistente con la condición de importador neto de energía y alimentos de la economía peruana. El análisis de descomposición histórica valida estos resultados, mostrando además que los choques de oferta tuvieron una contribución importante sobre el crecimiento económico. La transmisión de un choque de oferta sobre la inflación domestica es contemporánea y gatilla una respuesta positiva de la tasa de interés en el corto plazo, generando efectos recesivos y devaluatorios con un año de rezago.

En tercer lugar, **choques financieros externos** son el factor más importante para explicar la variabilidad de la tasa de interés doméstica. En particular, la descomposición histórica muestra que la contribución del choque financiero externo sobre la dinámica de la tasa de interés cobra mayor relevancia luego de la implementación del esquema de metas de inflación. La transmisión de un choque financiero externo tiene efectos relevantes y duraderos sobre la tasa de interés doméstica, ocasiona una devaluación cambiaria significativa, una mayor inflación en el corto plazo y un efecto recesivo en el mediano plazo. Por otro lado, los choques financieros externos registran, en términos

relativos, una menor contribución sobre la varianza del PBI, reflejo de una menor variabilidad de este choque en la muestra utilizada. Consideramos que el impacto del choque externo sobre el PBI podría ser de mayor magnitud en caso se amplie el modelo para incorporar un sistema bancario.

En cuarto lugar, **choques de precios de exportación** son relevantes para explicar la variabilidad de la devaluación, reflejo de los flujos de capitales generados ante cambios en el precio de minerales. Con relación a su canal de transmisión, choques de precios de exportación tienen un impacto positivo pero transitorio sobre el PBI, a su vez que generan una apreciación del tipo de cambio y una reducción en el nivel de precios en el corto plazo. Cabe resaltar que, bajo nuestro supuesto de identificación, el choque de precios de exportación refleja cambios en las cotizaciones internacionales que no están asociados al crecimiento económico de China. En este caso, choques exógenos de precios de exportación tendrían efectos reales sobre la economía en medida que se genere una entrada de capitales que incentive la inversión privada.

Los hallazgos de este documento son un punto de partida para la implementación de herramientas de modelación complementaria. Las elasticidades encontradas resumen los resultados obtenidos y son una guía rápida para la cuantificación del impacto de choques externos sobre variables domésticas. Asimismo, el modelo planteado puede ser utilizado para elaborar escenarios contrafactuales. En particular, las variables domésticas consideradas en la estimación son determinantes de la dinámica de la deuda pública, por lo que el análisis se puede extender para la evaluación de riesgos macroeconómicos sobre la sostenibilidad fiscal. Finalmente, como agenda de investigación pendiente, consideramos importante los siguientes temas: i) afrontar el reto de incorporar información registrada durante el periodo COVID-19 en la modelación macroeconómica; ii) ampliar el análisis hacia metodologías variantes en el tiempo, en medida que permitan incorporar esquemas de identificación como los utilizados en este documento; iii) evaluar el rol del sistema financiero local como potencial amplificador de los ciclos económicos; y iv) evaluar el rol de la política monetaria y fiscal ante choques externos.

Referencias

Aguirre, J., Arrieta, J., Castillo, L., Florián, D., Ledesma, A., Martinez, J., Vélez, A. (2022). Modelo de Proyección Trimestral: Una actualización hasta 2019. Documento de trabajo 011-2022, Banco Central de Reserva del Perú.

Arias, J. E., Rubio-Ramirez, J. F., & Waggoner, D. F. (2018). Inference Based on Structural Vector Autoregressions Identified With Sign and Zero Restrictions: Theory and Applications. *Econometrica*, *86*(2), 685-720. https://doi.org/10.3982/ecta14468

Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (2016). Perú: estrategia integral de protección financiera ante el riesgo de desastres asociados a fenómenos naturales. *Banco Mundial, MEF, Cooperación Suiza, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery*.

BCRP (2004). Memoria 2003. *Banco Central de Reserva del Perú.*

Calvo, G., Leiderman, L., & Reinhart, C. (1993). Capital inflows and real exchange rate appreciation in Latin America: The role of external factors. *Staff Paper (International Monetary Fund)*, *40*(1), 108-151.

Canova, F. (2005). The transmission of us shocks to Latin America. *Journal of Applied Econometrics*, *20*(2), 229-251. https://doi.org/10.1002/jae.837

Canova, F., & De Nicolo, G. (2002). Monetary disturbances matter for business fluctuations in the G-7 [Article]. *Journal of Monetary Economics*, *49*(6), 1131-1159. https://doi.org/10.1016/s0304-3932(02)00145-9

Castellares, R., & Toma, H. (2020). Effects of a mandatory local currency pricing law on the exchange rate pass-through. *Journal of International Money and Finance*, *106*, 102186.

Castillo, P., & Pérez, F. (2019). La Política Monetaria del BCRP y la tasa de interés de la FED. *Revista Moneda*, (177), 4-6.

Cesa-Bianchi, A., Pesaran, H., Rebucci, A., & Xu, T. (2012). China's Emergence in the World Economy and Business Cycles in Latin America. *Economia*, *12*(2), 1-75. https://doi.org/10.1353/eco.2012.0001

Chavez, P., & Rodriguez, G. (2022) Time changing effects of external shocks on macroeconomic fluctuations in Peru: empirical application using regime-switching VAR models with stochastic volatility. *Review of World Economics*. https://doi.org/10.1007/s10290-022-00474-1

Cornejo, G., Florian, D., & Ledesma, A. (2022). La dinámica de la inflación doméstica ante cambios en cotizaciones internacionales de commodities, expectativas de inflación y tipo de cambio. Documento de trabajo 007-2022, Banco Central de Reserva del Perú.

Dancourt, O. (2009). Choques externos y política monetaria. *Economía*, *XXXII*(64), 64, 127-173.

Dancourt, O. (2016). Las vacas flacas en la economía peruana. Pontificia Universidad Católica del Perú, Documento de trabajo N° 428.

Dancourt, O. & Mendoza, W. (2016). Intervención cambiaria y política monetaria en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, Documento de Trabajo N° 422.

Dieppe, A., Legrand, R., & van Roye, B. (2016). The bear toolbox. European Central Bank, Working Paper N° 1934.

FMI (2015). *World Economic Outlook, October 2015: Adjusting to Lower Commodity Prices*. International Monetary Fund.

FMI. (2022). World Economic Outlook: Countering the Cost-of-Living Crisis. *International Monetary Fund, Washington, DC. October.*

Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press. https://doi.org/10.1017/S0266466600009440

Izquierdo, A., Romero, R., & Talvi, E. (2008). Booms and busts in Latin America: the role of external factors. Working Paper N° 631, Banco Interamericano de Desarrollo.

Jiménez, R. (2010). Ciclo Crediticio y acelerador cambiario: evidencia empírica y consecuencias para la regulación prudencial. *Economía*, *XXXII*(65), 65, 133-176.

Johnson, R. A., Wichern, D. W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN: 0130925535

Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2017). *Structural Vector Autoregressive Analysis (Themes in modern econometrics)*. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108164818

Kilian, L., & Zhou, X. Q. (2018). Modeling fluctuations in the global demand for commodities. *Journal of International Money and Finance*, *88*, 54-78. https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2018.07.001

Lavanda, G., & Rodríguez, G. (2011). Descomposición histórica de la inflación del Perú. Distinguiendo entre choques de demanda y choques de oferta. *Economía*, *34*(67), 126-162.

Litterman, R. B. (1986). Forecasting with bayesian vector autoregressions - 5 years of experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, *4*(1), 25-38. https://doi.org/10.2307/1391384

Mackowiak, B. (2007). External shocks, US monetary policy and macroeconomic fluctuations in emerging markets. *Journal of Monetary Economics*, *54*(8), 2512-2520. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2007.06.021

Mendoza, W., & Collantes, E. (2017). La economía de PPK. Promesas y resultados: la distancia que los separa. Documento de trabajo N° 440, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Nolazco, J. L., Lengua-Lafosse, P., & Céspedes, N. (2020). Contribuciones de los choques externos en el crecimiento económico del Perú: un modelo semi-estructural. In *Crecimiento económico en el Perú: causas y consecuencias.* (pp. 74-117). Lima: Fondo Editorial USMP.

Ojeda Cunya, J., & Rodríguez, G. (2022). Time-varying effects of external shocks on macroeconomic fluctuations in Perú: an empirical application using TVP-VAR-SV models. Documento de trabajo N° 507, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Osterholm, P., & Zettelmeyer, J. (2008). The Effect of External Conditions on Growth in Latin America. *Imf Staff Papers*, *55*(4), 595-623. https://doi.org/10.1057/imfsp.2008.20

Rodriguez, G., Villanueva, P. , & Castillo, P. (2018). Driving economic fluctuations in Peru: the role of the terms of trade. *Empirical Economics*, *55*(3), 1089-1119. https://doi.org/10.1007/s00181-017-1318-2

Rodríguez, G., & Vasallo, R. (2022). Time evolution of external shocks on macroeconomic fluctuations in Pacific Alliance countries: empirical application using TVP-VAR-SV models. Documento de trabajo N° 508, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Salas, J. (2009). ¿Qué explica las fluctuaciones de la inflación en el periodo 2002-2008? Evidencia de un análisis VAR estructural. *Revista Estudios Económicos*, *16*, 9-36.

Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, *48*(1), 1-48. https://doi.org/10.2307/1912017

Sánchez, A., & Gómez, V. (2012). Análisis de componentes principales: Versiones dispersas y robustas al ruido impulsivo. Universidad Carlos III de Madrid.

Uhlig, H. (2005). What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure. *Journal of Monetary Economics*, *52*(2), 381-419.

https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2004.05.007
Winkelried, D., & Saldarriaga, M. (2013). Socios comerciales y crecimiento en América Latina: un enfoque SVAR dinámico. *Revista Estudios Económicos*, *25*, 81-102.
Wu, J. C., & Xia, F. D. (2016). Measuring the Macroeconomic Impact of Monetary Policy at the Zero Lower Bound. *Journal of Money Credit and Banking*, *48*(2-3), 253-291. https://doi.org/10.1111/jmcb.12300

Anexos

Anexo N° A.1 – Distribución a priori normal-difusa

La estimación bayesiana de un modelo VAR requiere definir una distribución a priori sobre el vector de coeficientes del modelo ($\boldsymbol{\beta}$) [51] y sobre la matriz de varianzas covarianzas de los errores en forma reducida ($\boldsymbol{\Sigma}$). En este documento se optó por utilizar la distribución normal-difusa descrita en Dieppe et al (2016), la cual tiene como ventaja ser no informativa respecto al valor de la matriz de varianzas covarianzas. Para ello, se considera que el vector de coeficientes sigue, a priori, una distribución similar a la propuesta por Litterman (1986), $\underline{\boldsymbol{\beta}} \sim N(\boldsymbol{\beta_0}, \boldsymbol{\Omega_0})$, mientras que la matriz de varianzas covarianzas tiene una función de densidad no informativa, $\pi(\boldsymbol{\Sigma}) \propto |\boldsymbol{\Sigma}|^{-(n+1)/2}$.

La distribución a priori del vector de coeficientes es normal multivariada, con $\boldsymbol{\beta_0}$ como vector de media y $\boldsymbol{\Omega_0}$ como su varianza asociada. Los parámetros que componen $\boldsymbol{\beta_0}$ toman un valor constante (ar) cuando asocian a una variable con su primer rezago[52]. En otros casos como rezagos de variables cruzadas, rezagos más lejanos, y variables exógenas, el valor de los parámetros es cero. Por su parte, $\boldsymbol{\Omega_0}$ se define como una matriz diagonal, cuyos elementos representan la varianza de cada parámetro del vector de coeficientes. De esta forma se asume que, a priori, las variables del modelo VAR se comportan como procesos AR (1) individuales.

Cuan informativa es la estructura a priori para los coeficientes VAR depende del valor asignado a los hiperparámetros que determinan los elementos de $\boldsymbol{\Omega_0}$, en este caso $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$. λ_1 representa el ajuste general de la varianza a priori, y conforme menor sea su valor, más informativa es la estructura planteada. λ_2 representa la ponderación de las variables cruzadas, y conforme menor sea su valor, más informativa es la exclusión de los rezagos de otras variables. λ_3 representa la velocidad de decadencia de los rezagos, y conforme mayor sea su valor, más informativa es la exclusión de rezagos lejanos. λ_4 representa el ajuste de las variables exógenas, y conforme menor sea su valor, más informativa es la exclusión de variables como interceptos o tendencias determinísticas. Finalmente, λ_5 representa la imposición del bloque exógeno, y conforme menor sea su valor, más informativa es esta restricción. Para mayor detalle sobre la estructura de $\boldsymbol{\Omega_0}$ y el efecto de los hiperparámetros sobre su valor, véase Dieppe et al (2016).

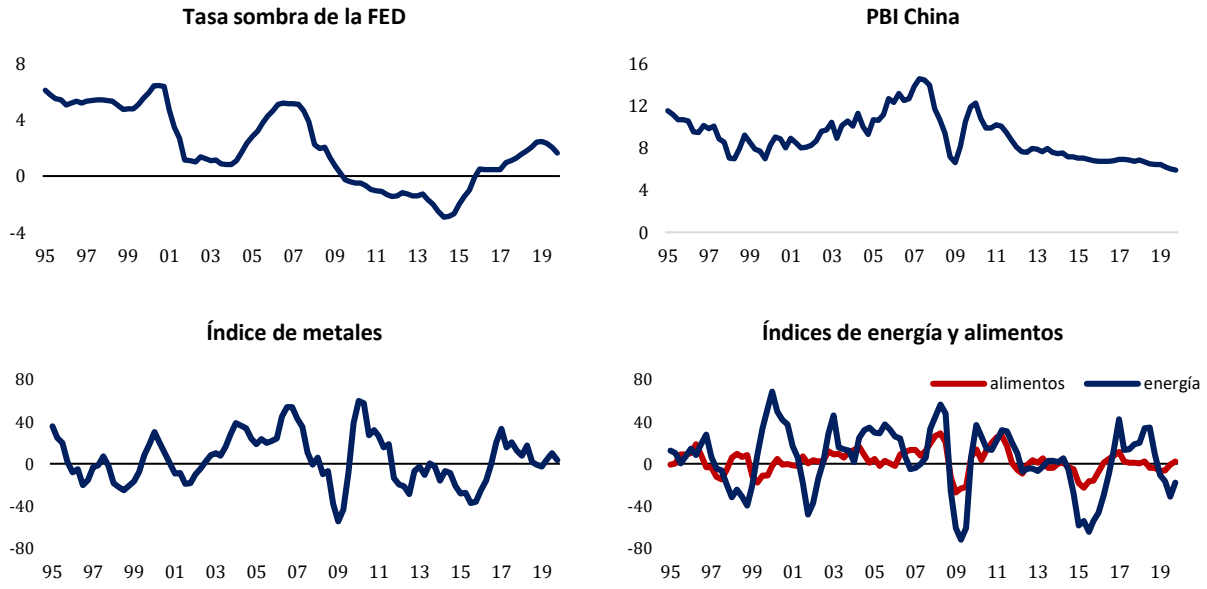
Por otra parte, al definir la densidad a priori de $\boldsymbol{\Sigma}$ como difusa o no informativa[53], no se incorpora información adicional para calcular la matriz de varianzas covarianzas que guía el proceso VAR. Así, la distribución condicional a posteriori de $\boldsymbol{\Sigma}$ solo dependerá de los datos y no de una estructura a priori, a diferencia de la distribución condicional a posteriori de $\boldsymbol{\beta}$ que si dependerá simultáneamente de los datos y de la distribución a priori elegida.

---

[51] Notar que $\boldsymbol{\beta}$ es la vectorización de las matrices de coeficientes planteadas en la ecuación (1).
[52] Igual a 1 bajo el supuesto de raíz unitaria, o un número menor bajo el supuesto de estacionariedad.
[53] Dieppe et al (2016) también señalan que esta distribución es impropia pues integra hacia el infinito en lugar de uno.

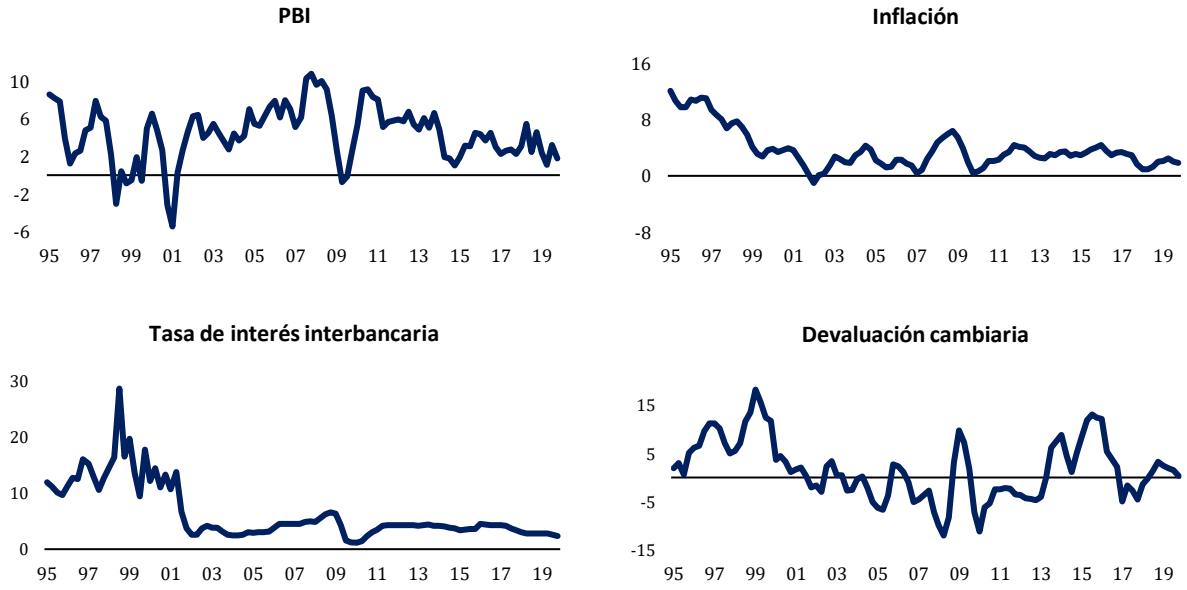
Anexo N° A.2 – Variables utilizadas en la estimación de modelos base 1 y 2

Figura N°A.2.1: variables del bloque externo



Fuente: Wu y Xia (2016), FRED y FMI. Las variables PBI China e índices están expresadas como tasas de crecimiento anual. Elaboración propia

Figura N°A.2.2: variables del bloque interno



Fuente BCRP. Las variables PBI, inflación, y devaluación cambiaria están expresadas como tasas de crecimiento anual. Elaboración propia.

Anexo N° A.3 – Fuentes de información y transformaciones a los datos

Variable	Descripción	Frecuencia	Transformación	Fuente
Tasa sombra FED	Tasa de interés sombra de Wu y Xia (2016)	Trimestral	Promedio tres meses	FED Atlanta
PBI China	PBI real de China	Trimestral	Variación anual	FRED, MEF
Precio de metales	Índice del precio de metales del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
Precio de energía	Índice del precio de energía del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
Precio de alimentos	Índice del precio de alimentos del FMI	Trimestral	Variación anual del índice promedio tres meses	FRED, FMI
PBI	PBI real de Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP
Inflación	Inflación del IPC de Lima Metropolitana	Trimestral	Variación anual del IPC promedio tres meses	BCRP
Tasa de interés	Tasa de interés interbancaria de Perú	Trimestral	Promedio tres meses	BCRP
Devaluación	Devaluación del tipo de cambio nominal, PEN por USD	Trimestral	Variación anual del tipo de cambio promedio tres meses	BCRP
Tbill	Rendimiento del tesoro americano a 10 años	Trimestral	Promedio tres meses	FRED
Tasa de la FED	Tasa de interés efectiva de la FED	Trimestral	Promedio tres meses	FRED
PBI EE. UU.	PBI real EE. UU.	Trimestral	Variación anual	FRED
IPX minero	Índice de precios de exportaciones mineras Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP, MEF
SPGSIN	Índice de metales industriales de S&P y Goldman Sachs	Trimestral	Variación anual del índice promedio a tres meses	Bloomberg
IPM	Índice de precios de importación Perú	Trimestral	Variación anual	BCRP
SPGSEN	Índice de energía de S&P y Goldman Sachs	Trimestral	Variación anual del índice promedio a tres meses	Bloomberg
Inflación EE. UU.	Inflación del CPI urbano de EE. UU.	Trimestral	Variación anual del CPI promedio tres meses	FRED

Elaboración propia.

Anexo N° A.4 – Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística que tiene por objetivo reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos de entrada mediante una transformación lineal. De esta forma se puede capturar la mayor parte de la varianza de un grupo de variables en uno o pocos componentes. Para mayor detalle sobre el procedimiento, véase Johnson y Wichern (2007).

En este documento se aplicó el análisis PCA a cuatro grupos de variables asociados a distintos choques externos. De cada grupo se recuperó un único componente principal y se calculó la proporción de la varianza explicada por dicho componente. Las variables que conforman cada grupo y la proporción de la varianza explicada por el componente principal hallado se presentan en la Tabla N°A.4.1.

Tabla A.4.1: resultados del análisis de componentes principales

Grupo de variables externas	Variables	Proporción de la varianza capturada por el componente principal
Choques financieros	Tasa sombra de la FED, Tasa de la FED, Tbill	92.4
Choques de demanda	PBI de China, PBI de EE. UU.	55.2
Choques de precios de exportación	IPX minero, Índice de metales, SPGSIN	94.9
Choques de oferta externa	IPM, Índice de precio de alimentos, Índice de precio de energía, SPGSEN, inflación EE. UU.	79.8

Elaboración propia.

Los resultados muestran que un único componente principal captura la mayor parte (entre 80% y 95%) de la varianza de los grupos de variables externas asociados a choques financieros, choques de precios de exportación y choques de oferta externa. En el caso de las variables asociadas a los choques de demanda externa, el componente principal explica una proporción marcadamente menor (alrededor de 55%). Este hallazgo sugiere que, a diferencia del resto de variables externas, no es adecuado resumir el comportamiento simultáneo del PBI de China y de EE. UU. en un solo indicador.

Anexo N° A.5 – Restricciones de signos en los ejercicios de sensibilidad[54]

Tabla A.5.1: esquema de identificación de ceros y signos, sensibilidad A

		Choque a …							
		(A) PBI EEUU *(demanda externa)*	**(B)** PBI China *(demanda externa)*	**(C)** precio de metales *(precios de exportación)*	**(D)** precio de energía *(oferta externa)*	**(E)** PBI *(demanda)*	**(F)** inflación *(oferta)*	**(G)** tasa de interés *(monetario)*	**(H)** devaluación *(cambiario)*
Respuesta de …	PBI EEUU	+	0	0	0	0	0	0	0
	PBI China		+	0	0	0	0	0	0
	precio de metales	+	+	+	0	0	0	0	0
	precio de energía	+	+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	inflación				+	+	+	0	
	tasa de interés							+	0
	devaluación	+				-			+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

Tabla A.5.2: esquema de identificación de ceros y signos, sensibilidad B

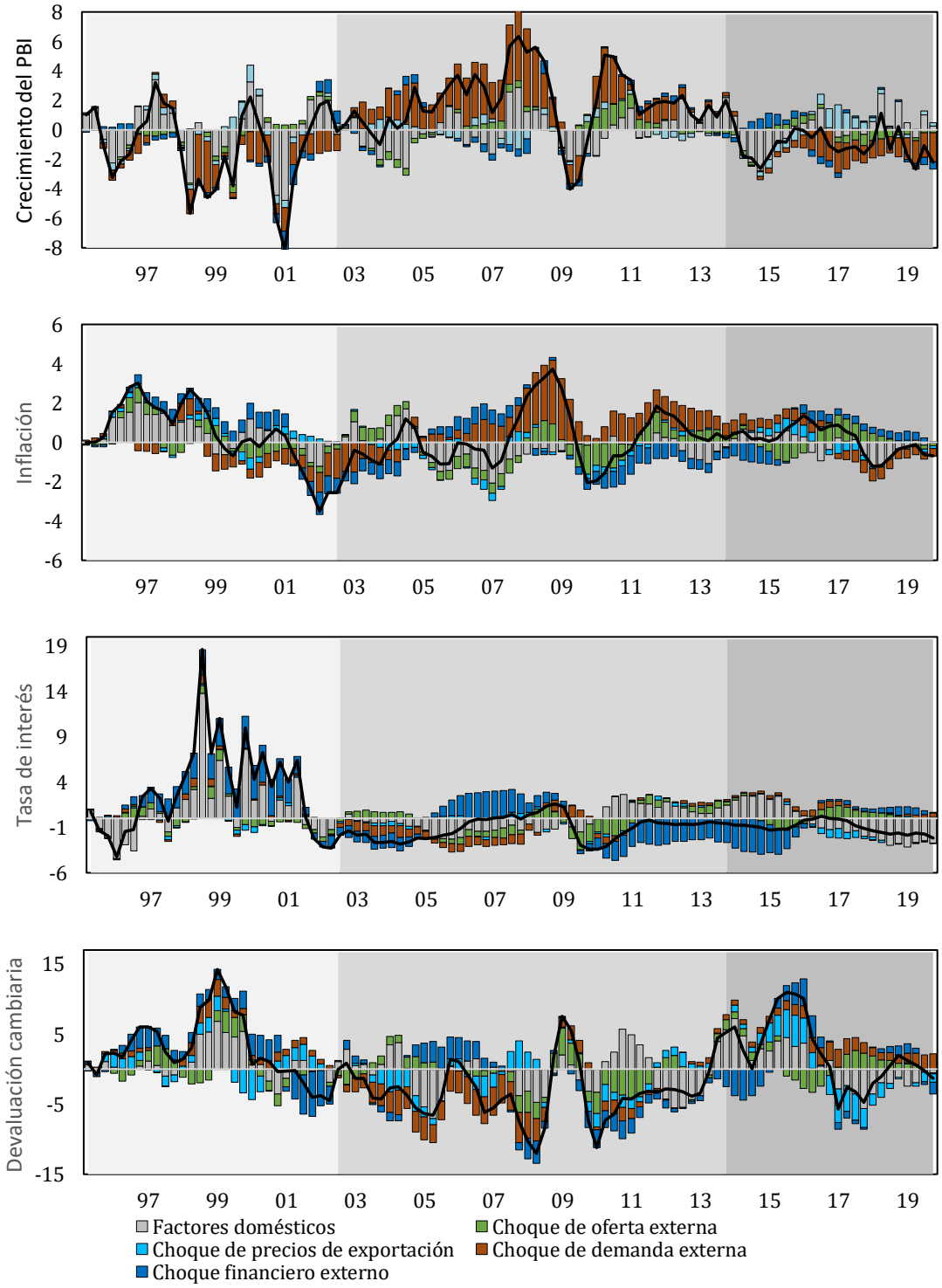
		Choque a …							
		(A) tasa sombra FED *(financiero externo)*	**(B)** precio de metales (precios de exportación)	**(C)** precio de energía (oferta externa)	**(D)** precio de alimentos *(oferta externa)*	**(E)** PBI *(demanda)*	**(F)** inflación *(oferta)*	**(G)** tasa de interés *(monetario)*	**(H)** devaluación *(cambiario)*
Respuesta de …	tasa sombra FED	+	0	0	0	0	0	0	0
	precio de metales		+	0	0	0	0	0	0
	precio de energía		+	+	0	0	0	0	0
	precio de alimentos		+		+	0	0	0	0
	PBI			+		+	-	0	
	inflación				+	+	+	0	
	tasa de interés							+	0
	devaluación	+				-			+

Elaboración propia. Las columnas (A) - (H) representan los choques identificados y las filas las respuestas asociadas a estos choques. Las celdas en blanco indican que no se realizan supuestos sobre el efecto contemporáneo del choque, por lo que la respuesta asociada no se restringe y se calcula por el modelo.

[54] Las restricciones aplicables al modelo FAVAR son las mismas que las reportadas en la Tabla N°2.

Anexo N° A.6 – Descomposición histórica

Figura A.7.1: descomposición histórica de las variables domésticas, modelo base 2



Elaboración propia. Los factores domésticos agrupan las contribuciones de choques de demanda, oferta, monetarios y cambiarios.

Anexo N° A.7 – Funciones impulso respuesta promedio anual

Tabla A.7.1: Funciones impulso respuesta promedio anual, modelo base 1

	Choque financiero externo					Choque de demanda externa				
	Tasa sombra	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI China	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	1.00	0.16	0.16	0.75	1.78	1.00	0.53	-0.26	-0.42	-0.95
2	1.20	-0.31	0.29	1.28	0.54	0.65	0.82	0.12	-0.48	-1.27
3	0.97	-0.06	0.16	1.12	0.16	0.35	0.54	0.32	-0.17	-0.60
4	0.72	-0.05	0.07	0.85	0.15	0.17	0.33	0.32	-0.04	-0.19
5	0.52	-0.04	0.00	0.62	0.14	0.08	0.17	0.25	0.00	-0.02
	Choque de precios de exportación					Choque de oferta externa				
	Precio de metales	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	Precio de energía	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	10.00	0.19	-0.19	-0.06	-1.11	10.00	0.05	0.30	0.31	-0.56
2	1.97	-0.10	-0.06	0.09	-0.10	-3.26	-0.34	0.05	0.12	0.48
3	0.07	-0.04	-0.05	0.04	-0.03	-0.65	-0.17	-0.12	0.00	0.24
4	0.07	0.00	-0.03	0.05	-0.05	0.30	-0.10	-0.09	-0.01	0.06
5	-0.05	-0.01	-0.01	0.05	-0.01	0.00	-0.06	-0.08	-0.02	0.02

Elaboración propia. Los choques financiero externo y de demanda externa fueron estandarizados a un choque de 1% durante el primer año de impacto. Los choques de precios de exportación y de oferta externa fueron estandarizados a un choque de 10% debido a la mayor volatilidad inherente a las variables asociadas al precio de *commodities*.

Tabla A.7.2: Funciones impulso respuesta promedio anual, modelo base 2

	Choque financiero externo					Choque de demanda externa				
	Tasa sombra	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI China	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	1.00	0.11	0.29	0.93	1.85	1.00	0.43	-0.25	-0.33	-0.72
2	1.22	-0.24	0.34	1.36	0.62	0.69	0.85	0.22	-0.26	-1.14
3	0.99	-0.09	0.22	1.18	0.16	0.35	0.52	0.42	0.00	-0.41
4	0.72	-0.10	0.13	0.93	0.29	0.18	0.30	0.37	0.05	-0.09
5	0.52	-0.08	0.04	0.68	0.25	0.10	0.18	0.28	0.06	0.00
	Choque de precios de exportación					Choque de oferta externa				
	Precio de metales	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	Precio de alimentos	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	10.00	0.22	-0.18	-0.09	-1.18	10.00	-0.51	0.92	1.44	-0.09
2	1.16	-0.14	-0.04	0.12	-0.06	-4.58	-0.94	0.50	0.87	2.66
3	-0.39	-0.11	-0.03	0.11	0.12	-1.11	-0.50	-0.10	0.31	0.85
4	-0.07	-0.06	-0.05	0.07	0.03	-0.20	-0.25	-0.18	0.09	0.29
5	-0.06	-0.04	-0.04	0.05	0.01	-0.14	-0.15	-0.12	0.04	0.14

Elaboración propia. Los choques financiero externo y de demanda externa fueron estandarizados a un choque de 1% durante el primer año de impacto. Los choques de precios de exportación y de oferta externa fueron estandarizados a un choque de 10% debido a la mayor volatilidad inherente a las variables asociadas al precio de *commodities*.

Anexo N° A.8 – Elasticidades

Tabla A.8.1: elasticidades anuales, modelo base 2

	Choque financiero externo, incremento de 1% en la tasa sombra de la FED				Choque de demanda externa, incremento de 1% del PBI de China			
	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	0.11	0.29	0.93	1.85	0.43	-0.25	-0.33	-0.72
2	-0.06	0.28	1.03	1.11	0.76	-0.02	-0.35	-1.10
3	-0.07	0.26	1.08	0.82	0.89	0.19	-0.29	-1.11
4	-0.08	0.25	1.12	0.74	0.95	0.34	-0.24	-1.06
5	-0.09	0.23	1.14	0.71	0.99	0.45	-0.21	-1.02
	Choque de precios de exportación, incremento de 10% del precio de metales				Choque de oferta externa, incremento del 10% del precio de alimentos			
	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación	PBI	Inflación	Tasa de interés	Devaluación
1	0.22	-0.18	-0.09	-1.18	-0.51	0.92	1.44	-0.09
2	0.08	-0.20	0.03	-1.11	-2.67	2.62	4.25	4.73
3	-0.02	-0.23	0.14	-1.03	-4.52	3.05	6.06	7.91
4	-0.08	-0.28	0.20	-1.02	-5.35	2.77	6.57	8.99
5	-0.12	-0.32	0.25	-1.01	-5.92	2.55	6.90	9.67

Elaboración propia.