



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

**Escuela de
Postgrado**

**DETERMINANTES DE LA DINÁMICA DE LA CUENTA
CORRIENTE: SIMULACIÓN Y ESTIMACIÓN DE MODELOS
DSGE CON ENFOQUE BAYESIANO**

**Trabajo de Investigación
presentado para optar al Grado Académico de
Magíster en Economía**

**Presentado por
Nicolás Santiago Butrón Del Castillo
Carmen Rosa Rojas Rodríguez**

Asesor: Diego Martín Winkelried Quezada
[0000-0002-9388-2617](tel:0000-0002-9388-2617)

Lima, junio de 2025

REPORTE DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO

A través del presente, Diego Martín Winkelried Quezada deja constancia que el trabajo de investigación titulado “Determinantes de la dinámica de la cuenta corriente: simulación y estimación de modelos DSGE con enfoque bayesiano” presentado por don Nicolás Santiago Butrón del Castillo de acuerdo con el D.N.I. 72943325 y doña Carmen Rosa Rojas Rodríguez de acuerdo con el D.N.I. 74985616 para optar al Grado de Magíster en Economía fue sometido al análisis del sistema antiplagio Turnitin el viernes 20 de junio de 2025 dando el siguiente resultado:

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1162541477&ro=103&o=2703241971&student_user=1

turnitin Carmen Rosa Rojas Rodriguez Butron,NicolasyRojas,Carmen_Trabajo_de_Investigacion_Maestria_2025.pdf

Resumen de coincidencias

14

14 %

Rank	Source	Percentage
1	www.bcrp.gob.pe Fuente de Internet	3 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.banrep.gov... Fuente de Internet	<1 %
5	listau.com Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.up.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.utdt.edu Fuente de Internet	<1 %
9	dspace.luzsienca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	"Commodity price shoc... Publicación	<1 %
11	www.gestionpublica.or... Fuente de Internet	<1 %
12	www.bcentral.cl Fuente de Internet	<1 %

UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO | Escuela de Postgrado

DETERMINANTES DE LA DINÁMICA DE LA CUENTA CORRIENTE: SIMULACIÓN Y ESTIMACIÓN DE MODELOS DSGE CON ENFOQUE BAYESIANO

Trabajo de Investigación
presentado para optar al Grado Académico de
Magíster en Economía

Página: 1 de 141 | Número de palabras: 42953 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

Fecha: 20 de junio de 2025

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la dinámica de la cuenta corriente y las partidas que la conforman, especialmente de la balanza comercial y el ingreso primario, identificando los principales determinantes que generan fluctuaciones en dichas cuentas y estableciendo la importancia de cada factor, y sus choques, en el resultado final. Con ese fin, se adopta una perspectiva tanto teórica como empírica que permita aprovechar la información valiosa contenida en las series de datos de variables claves, cuyas características empíricas sirvan de comparación y ayuden a mejorar las predicciones del modelo teórico.

Respecto a la parte teórica, se plantea un modelo de ciclos económicos reales para una economía pequeña y abierta en el que existen 3 sectores productivos: exportables, importables y no transables. Las firmas de estos sectores utilizan, además de insumos locales, capital extranjero y un insumo importado, construyendo así mecanismos a partir de los cuales los choques externos puedan afectar las dinámicas internas de producción y consumo. El modelo base, inspirado en Mendoza (1995), contempla únicamente choques a las productividades sectoriales y a los precios de exportación. A esta especificación inicial, se le van añadiendo perturbaciones que buscan recoger canales de transmisión que afectan a los distintos componentes de la cuenta corriente. Así, la segunda especificación considera la adición de un choque al precio del insumo importado, que se espera que tenga un impacto en la balanza comercial, a través de los términos de intercambio. La tercera especificación considera también choques a la tasa de interés internacional de la deuda, los cuales afectan los ingresos netos por intereses. Finalmente, la especificación con todos los choques agrega uno a la inversión extranjera que afecta los ingresos netos por utilidades.

Respecto a la parte empírica, se utiliza la información disponible para Perú de un conjunto de variables relacionadas a la actividad económica y al sector externo, para registrar las principales regularidades empíricas de las mismas variables que se utilizan en el modelo teórico, entre ellas tenemos: la elevada persistencia de los términos de intercambio; la alta volatilidad relativa de los egresos por utilidades y de la cuenta corriente respecto al PBI; la alta volatilidad del precio de los fletes respecto a los términos de intercambio; la contraciclicidad de la cuenta corriente; la relación positiva —ampliamente fundamentada

en modelos teóricos— entre los términos de intercambio y la balanza comercial; y el impacto negativo del precio de los fletes sobre las cuentas externas a través de las utilidades. Asimismo, se utiliza la información disponible de las variables seleccionadas para estimar, a través de métodos bayesianos, los parámetros de interés del modelo teórico. Para ello, se proponen distribuciones a priori basadas en una adecuada calibración y en los *priors* utilizados previamente en la literatura relacionada.

Finalmente, la discusión se centra en la comparación de las especificaciones del modelo y de los resultados de la estimación. Ello permite determinar si la inclusión de cada mecanismo contribuye a la explicación de los datos y a la predicción de la cuenta corriente.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	iii
TABLA DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I. REGULARIDADES EMPÍRICAS.....	13
1.1 Descripción de las cuentas externas	13
1.2 Volatilidad, persistencia y correlaciones.....	19
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	24
CAPÍTULO III. EL MODELO	34
3.1 Hogares	34
3.1.1 Preferencias.....	34
3.1.2 Oferta de factores de producción.....	34
3.1.3 Estructura de los mercados financieros	35
3.1.4 Restricciones	36
3.1.5 Procesos de optimización	36
3.2 Firms	38
3.2.1 Firms productoras de bienes exportables	38
3.2.2 Firms productoras de bienes importables.....	39
3.2.3 Firms productoras de bienes no transables	40
3.3 Sector externo	41
3.4 Limpieza de mercados y definición de choques.....	45
3.5 Precios relativos.....	45

3.5.1 Para <i>pty</i>	46
3.5.2 Para <i>ptc</i>	47
3.6 Mecanismos adicionales.....	48
3.6.1 Especificación 2. Adición de un choque al precio del insumo importado	48
3.6.2 Especificación 3. Adición de choques a la tasa de interés de la deuda	49
3.6.3 Especificación 4. Adición de un choque a la inversión extranjera.....	49
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN	51
4.1 Datos	51
4.2 Algoritmo de estimación bayesiana de parámetros	52
4.3 Selección bayesiana de modelos	53
4.3.1 Aproximaciones de la marginal <i>likelihood</i>	54
4.3.2 <i>Bayes factor</i>	56
4.4 Definición de <i>priors</i>	58
CAPÍTULO V. RESULTADOS	63
5.1 Resultados de la estimación de parámetros	64
5.1.1 Estimación en la especificación base	64
5.1.2 Estimación en la especificación 2.....	66
5.1.3 Estimación en la especificación 3.....	69
5.1.4 Estimación en la especificación 4 (modelo completo).....	71
5.2 Comparación de especificaciones.....	75
5.2.1 Comparación de modas a posteriori	75
5.2.2 Aprendizaje bayesiano (<i>Reduction factor</i>)	78
5.2.3 Ajuste del modelo a los datos (<i>Bayes factor</i>).....	82
5.3 Análisis de las funciones de impulso respuesta	84
5.3.1 Choque a la productividad del sector exportable	84
5.3.2 Choque a la productividad del sector importable	89

5.3.3	Choque a la productividad del sector no transable	95
5.3.4	Choque a los precios de exportación	100
5.3.5	Choques a los precios de importación.....	105
5.3.6	Choques a las tasas de interés internacional	110
5.3.7	Choque a la inversión extranjera	117
5.4	Descomposición de varianza	122
5.4.1	Especificación base	122
5.4.2	Especificación completa	124
5.5	Simulación con las modas a posteriori	127
5.6	Errores de predicción de las principales variables endógenas	130
	CONCLUSIONES	133
	RECOMENDACIONES	136
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perú: Estructura porcentual de las exportaciones, 2019 - 2023	14
Tabla 2. Perú: Estructura porcentual de las importaciones, 2019 - 2023	15
Tabla 3. Perú: Estructura porcentual de la Balanza de Servicios, 2019 - 2023	16
Tabla 4. Perú: Estructura porcentual del Ingreso Primario, 2019 - 2023	17
Tabla 5. Perú: Descomposición de la Cuenta Corriente, 1995 – 2023	18
Tabla 6. Volatilidad y persistencia de las principales variables en el modelo.....	21
Tabla 7. Volatilidad relativa y principales correlaciones	22
Tabla 8. Otras correlaciones de interés	23
Tabla 9. Interpretación del Bayes Factor	57
Tabla 10. Distribuciones a priori de los parámetros del modelo	58
Tabla 11. Parámetros calibrados en el modelo	62
Tabla 12. Especificaciones del modelo DSGE	63
Tabla 13. Distribución a posteriori de los parámetros	76
Tabla 14. Comparación de los <i>Reduction Factor</i> entre especificaciones	81
Tabla 15. Bayes Factor a favor de la especificación completa.....	83
Tabla 16. Descomposición de varianza con la especificación base.....	124
Tabla 17. Descomposición de varianza con el modelo completo.....	126
Tabla 18. Estadísticos de los datos simulados por el modelo	128
Tabla 19. Errores de predicción del producto, de la balanza comercial y de la cuenta corriente	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perú: Composición del balance en cuenta corriente, 2019 - 2023	13
Figura 2. Perú: Descomposición de la Cuenta Corriente, 1995 - 2023	19
Figura 3. Priors y posteriors - Especificación base.....	66
Figura 4. Priors y posteriors - Especificación 2.....	68
Figura 5. Priors y posteriors - Especificación 3.....	71
Figura 6. Priors y posteriors – Especificación completa	74
Figura 7. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad exportable	86
Figura 8. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad exportable	88
Figura 9. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad importable	92
Figura 10. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad importable	94
Figura 11. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad no transable.....	98
Figura 12. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad no transable.....	99
Figura 13. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad exportable	103
Figura 14. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad exportable	104
Figura 15. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a los precios de importación.....	108
Figura 16. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a los precios de importación.....	109
Figura 17. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la prima por riesgo	111
Figura 18. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la prima por riesgo	112
Figura 19. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a las preferencias de los inversionistas extranjeros.....	114

Figura 20. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a las preferencias de los inversionistas extranjeros	116
Figura 21. Posterior de las IRF de variables reales ante un choque a la inversión extranjera	119
Figura 22. Posterior de las IRF de variables externas ante un choque a la inversión extranjera	121

INTRODUCCIÓN

Aunque la cuenta corriente de la balanza de pagos puede parecer solo un registro contable del valor de las transacciones reales y de las retribuciones a factores de producción entre residentes y no residentes de un país; en realidad, su resultado refleja la brecha de ahorro e inversión de una economía. Esta brecha permite entender la dinámica de los flujos de activos y pasivos que determinan la posición de inversión internacional de un país. La evolución de la cuenta corriente se explica por distintos factores tanto domésticos como externos, entre ellos se encuentran la actividad económica, la demanda interna, los términos de intercambio, los intereses de la deuda y la rentabilidad de la inversión extranjera, los mismos que deben ser considerados para hacer un análisis completo de esta cuenta.

En términos contables, el saldo en cuenta corriente no solo se encuentra determinado por el comercio internacional de bienes, sino también por el de servicios y por el flujo de pagos a los factores productivos —principalmente capital físico y financiero— entre países. Si bien la balanza comercial es una cuenta de gran importancia, los episodios recientes de incrementos de los costos internacionales de transporte y su impacto en las importaciones de servicios han explicado gran parte de la evolución de la cuenta corriente. Por tal motivo, se requiere pensar en la definición completa de ella, que no solo recoja los movimientos de la balanza comercial, sino también de la balanza de servicios y del ingreso primario (renta de factores).

No obstante, la literatura teórica ha estudiado a la balanza comercial como si fuera equivalente a la cuenta corriente, hecho no representativo de economías como la peruana, en las que el ingreso primario constituye el componente más importante de la cuenta corriente. Asimismo, el principal choque estudiado ha sido el de los términos de intercambio, construyendo mecanismos de afectación hacia la cuenta corriente únicamente a través de sus impactos sobre la balanza comercial. Pero el resto de las cuentas también pueden ser afectadas por los términos de intercambio y por otros mecanismos particulares a ellas. Por su parte, la literatura empírica ha tenido la posibilidad de incluir más factores determinantes en el análisis, sin embargo, sus modelos estadísticos aún no cuentan con mecanismos teóricos sólidos que los sustenten.

Los modelos macroeconómicos teóricos que siguen a Mendoza (1995) y aquellos que analizan el sector externo de países desarrollados siguen este espíritu. Si bien, existen trabajos como el Medina et al. (2008) y, Schmitt-Grohé y Uribe (2018) que intentan personalizar el análisis de las dinámicas externas a las características de cada país, la brecha existente en la literatura en relación con este tema aún es considerable. Por tal motivo, se propone un modelo de equilibrio general para una pequeña economía abierta que intenta capturar, desde su construcción, las regularidades empíricas que caracterizan a Perú, con el fin de reflejar canales de transmisión nuevos en la literatura y replicar, con una adecuada parametrización, características que son comunes en países de la región.

En esa línea, la presente investigación tiene como objetivo plantear un modelo que incluya explícitamente mecanismos que afecten la cuenta corriente, que vayan más allá del impacto de los términos de intercambio sobre la balanza comercial y que sean representativos de la dinámica peruana. Se procede a estimar con metodología bayesiana los parámetros que aparecen en las distintas especificaciones del modelo, utilizando algunas variables observables importantes que permitan evaluar el grado de ajuste de los mecanismos incorporados a dichos datos. Con los resultados de la estimación, se compara la simulación de las especificaciones con los hechos estilizados de Perú, así como se evalúa la pertinencia de los mecanismos de transmisión y la respuesta de las variables clave ante choques a los componentes de la cuenta corriente.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: (i) en el capítulo I se documentan las principales regularidades empíricas relacionadas al ciclo económico y a las cuentas externas peruanas; (ii) en el capítulo II se hace una revisión de las principales investigaciones de naturaleza, tanto teórica como empírica, que han estudiado los factores que explican el saldo en cuenta corriente; (iii) en el capítulo III el modelo y sus ecuaciones son desarrollados a detalle; (iv) en el capítulo IV, se presentan y organizan las series de datos utilizadas en la estimación, asimismo, se introducen conceptos particulares a la metodología bayesiana; y finalmente (v) en el capítulo V, los resultados de la estimación son presentados y, la discusión sobre los mecanismos con mejor ajuste es realizada.

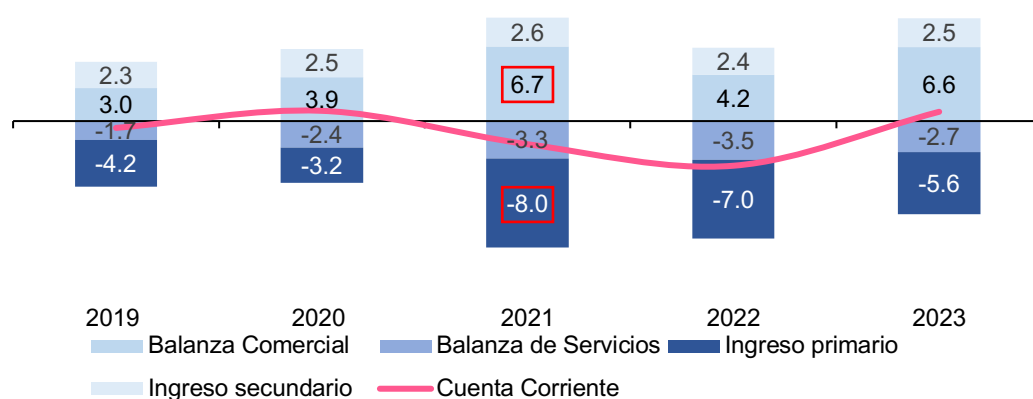
CAPÍTULO I. REGULARIDADES EMPÍRICAS

En esta sección, se describe, de manera breve, la estructura de las cuentas externas peruanas, destacando los principales hechos que las caracterizan. Asimismo, se documentan las relaciones empíricas —volatilidad relativa, persistencia y correlaciones— observadas entre las variables que, más adelante, serán consideradas como endógenas dentro del modelo teórico de equilibrio general.

1.1 Descripción de las cuentas externas

En primer lugar, se debe notar que la cuenta corriente peruana es, con excepción de algunos eventos particulares como el periodo del *boom* de *commodities* de 2004 - 2006, la pandemia del COVID-19 y el reciente episodio superavitario, principalmente deficitaria. De hecho, durante el periodo 2014 - 2023, la cuenta corriente ha registrado un déficit promedio de -1,8% del PBI. Como podemos notar en la figura 1, la evolución de la cuenta corriente, en términos del PBI, durante los últimos años, no se encuentra explicada únicamente por el resultado de la balanza comercial. Por el contrario, el resultado deficitario de la cuenta de ingreso primario ha sido el determinante más importante. Por ejemplo, en 2021, el déficit por renta de factores representó el -8,0% del producto, lo que generó un resultado en cuenta corriente de -2,1%, pese a que la balanza comercial fue altamente superavitaria (6,7%). Las otras dos cuentas, si bien han contribuido en menor proporción, también son importantes en el resultado final.

Figura 1. Perú: Composición del balance en cuenta corriente, 2019 - 2023



Fuente: BCRP (2024).

Para alcanzar los fines de esta investigación, es fundamental conocer cuáles son los principales elementos que componen las cuentas mencionadas, así como los principales factores que explican su evolución. Con relación a la balanza comercial, resulta útil analizar la estructura porcentual de sus dos grandes componentes: exportaciones e importaciones totales. En ese sentido, las tablas 1 y 2 muestran dicha estructura para ambas variables durante los últimos años. Podemos notar que más del 50% de nuestras exportaciones son de carácter minero, fundamentalmente de cobre y oro. Dentro de las exportaciones no tradicionales, destacan las pertenecientes al sector agropecuario.

Tabla 1. Perú: Estructura porcentual de las exportaciones, 2019 - 2023

Concepto	Participación porcentual				
	2019	2020	2021	2022	2023
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tradicionales	70,9	70,0	74,2	72,2	72,4
<i>Del cual:</i>					
Cobre	29,2	30,4	32,8	29,7	34,7
Oro	17,8	18,3	16,1	15,4	16,2
No Tradicionales	28,8	29,7	25,5	27,4	27,3
<i>Del cual:</i>					
Agropecuarios	13,1	15,7	12,5	12,6	13,6
Pesqueros	3,4	3,1	2,4	2,5	2,6
Minerales No Metálicos	1,3	1,0	1,1	1,7	1,8
Otros	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2

Nota: Se usa "Del cual" para presentar solo las partidas más importantes dentro de cada grupo.

Fuente: BCRP.

Por su parte, las importaciones están conformadas por tres grandes grupos, siendo el de importaciones de insumos el más importante con una participación promedio de 49,1% en los últimos años. Dentro de este grupo, destacan básicamente los insumos importados para la industria y, el petróleo y sus derivados. Las importaciones de consumo (22,3%), fundamentalmente no duradero, y de capital (28,3%), principalmente para la industria, contribuyen aproximadamente en la misma proporción al flujo de bienes comprados en el exterior.

Tabla 2. Perú: Estructura porcentual de las importaciones, 2019 - 2023

Concepto	Participación porcentual				
	2019	2020	2021	2022	2023
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Bienes de consumo	23,3	25,1	21,3	19,6	22,4
<i>Del cual:</i>					
No Duraderos	13,2	15,7	12,2	11,7	13,0
Duraderos	10,1	9,5	9,0	7,9	9,4
Insumos	46,5	44,5	49,6	55,3	49,8
<i>Del cual:</i>					
Combustibles, Lubricantes y Conexos	13,8	8,6	12,7	18,7	17,3
Materias Primas para la Agricultura	3,5	4,4	4,0	4,1	3,8
Materias Primas para la Industria	29,2	31,5	33,0	32,4	28,7
Bienes de capital	29,9	30,1	28,9	25,0	27,5
<i>Del cual:</i>					
Materiales de Construcción	3,2	3,1	3,2	2,6	2,3
Para la Agricultura	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Para la Industria	19,0	20,5	18,5	15,9	17,6
Equipos de Transporte	7,4	6,1	6,9	6,2	7,2
Otros	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3

Nota: Se usa "Del cual" para presentar solo las partidas más importantes dentro de cada grupo.

Fuente: BCRP.

Por el lado de la balanza de servicios, el componente más importante lo constituye las importaciones (débitos) de los servicios de transporte. Dentro de esta partida, los egresos por fletes tienen el rol más relevante en la determinación del resultado de este rubro en particular y, por tanto, del saldo en la balanza de servicios. La partida de egresos por fletes se suele mover en respuesta a cambios en los costos internacionales de transportes (precio de fletes), los cuales se han visto afectados, en los últimos años, por la crisis de contenedores y los problemas hídricos del canal de Panamá, que limitan su operación.

Otra cuenta relevante en la dinámica de la balanza de servicios son los ingresos por viajes (36,6 %) y pasajes (11,3%), cuya evolución se encuentra ligada al desempeño del turismo receptivo y la llegada de viajeros no residentes. Como se puede observar en la tabla 3, estos ingresos se vieron afectados gravemente en 2020, y hasta ahora no han podido retornar a sus niveles prepandemia.

Tabla 3. Perú: Estructura porcentual de la Balanza de Servicios, 2019 - 2023

Concepto	Participación porcentual				
	2019	2020	2021	2022	2023
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Crédito	-171,9	-55,9	-39,0	-58,5	-79,1
Débito	-271,9	-155,9	-139,0	-158,5	-179,1
Transportes	39,1	36,4	49,2	55,7	35,2
Crédito	-43,8	-16,5	-14,4	-18,7	-24,4
Débito	-82,9	-52,9	-63,6	-74,4	-59,5
Fletes	54,0	45,1	56,1	64,1	43,6
Crédito	-1,1	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7
Débito	-55,1	-45,8	-56,8	-64,8	-44,3
Pasajeros	-2,9	-0,4	0,2	-2,3	-1,5
Crédito	-24,8	-4,6	-4,7	-9,4	-13,2
Débito	-21,9	-4,2	-4,9	-7,2	-11,6
Otros	-12,0	-8,3	-7,1	-6,1	-6,9
Crédito	-18,0	-11,2	-9,0	-8,6	-10,5
Débito	-5,9	-2,9	-1,9	-2,5	-3,6
Viajes	-25,0	-0,9	6,1	2,4	7,4
Crédito	-95,9	-15,9	-9,1	-25,2	-36,9
Débito	-71,0	-15,0	-15,2	-27,7	-44,3
Comunicaciones	7,2	5,8	4,0	3,3	4,1
Crédito	-1,4	-1,1	-0,8	-0,7	-0,9
Débito	-8,6	-6,9	-4,8	-4,0	-5,0
Seguros y Reaseguros	12,3	10,0	8,1	9,3	13,3
Crédito	-1,4	-1,9	-1,4	-1,4	-1,8
Débito	-13,7	-11,9	-9,5	-10,8	-15,2
Otros Servicios	66,3	48,7	32,6	29,2	40,1
Crédito	-29,3	-20,4	-13,4	-12,5	-15,0
Débito	-95,7	-69,2	-45,9	-41,6	-55,1

Nota: Los flujos de débito y crédito aparecen con signo negativo debido a que representan un porcentaje del saldo de la balanza de servicios, el cual es negativo.

Fuente: BCRP.

En la cuenta de ingreso primario, los egresos de estos superan ampliamente a los ingresos, ocasionando un déficit continuo de ella. Dentro de los egresos, el sector privado es el más predominante, siendo las utilidades generadas por la inversión directa extranjera (IDE) y los intereses pagados por la deuda privada, los dos componentes con mayor contribución al resultado deficitario del ingreso primario. Entre estos, son las utilidades las que más pesan en el cálculo final del ingreso primario (previamente conocido como renta de factores). Los intereses pagados por el sector público también son un factor importante que contribuye al déficit de esta cuenta.

Tabla 4. Perú: Estructura porcentual del Ingreso Primario, 2019 - 2023

Concepto	Participación porcentual				
	2019	2020	2021	2022	2023
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sector Privado	90,3	80,9	90,4	90,9	96,6
Sector Público	9,7	19,1	9,6	9,1	3,4
Ingresos	-24,6	-24,4	-6,9	-13,9	-31,7
<i>Del cual:</i>					
Sector Privado	-12,4	-9,3	-3,4	-7,6	-15,0
Sector Público	-12,2	-15,1	-3,6	-6,3	-16,7
Egresos	-124,6	-124,4	-106,9	-113,9	-131,7
Sector Privado	-102,7	-90,1	-93,8	-98,5	-111,6
<i>Del cual:</i>					
Utilidades	-83,8	-66,6	-85,7	-87,5	-93,0
Intereses	-18,9	-23,6	-8,1	-11,1	-18,6
Sector Público	-21,9	-34,3	-13,1	-15,4	-20,1
<i>Del cual:</i>					
Intereses por Préstamos	-2,3	-2,8	-1,0	-1,5	-4,8
Intereses por Bonos	-19,6	-30,9	-12,0	-13,8	-15,2
Otros	0,0	-0,5	-0,2	-0,1	-0,1

Fuente: BCRP.

Una vez descritas las partidas que componen el saldo en cuenta corriente, procedemos a presentar una metodología que permite comprender, de manera más fundamental, las variaciones en dicho saldo. Según el Banco Central de Reserva del Perú (2024, p. 10), la variación del resultado en cuenta corriente puede descomponerse en 2 factores principales: (i) aquel atribuido a la absorción doméstica¹ y (ii) en el rendimiento pagado por el uso de factores de producción externos y sobre los pasivos externos (instrumentos de deuda). Otros factores incluyen los envíos de remesas y el rendimiento cobrado por activos externos.

Como podemos observar en la tabla 5, en el año 2023, de la mejora de 6,7 puntos porcentuales (p.p.) registrada por la cuenta corriente, la absorción doméstica explicó 5,8 p.p. Este efecto fue contrarrestado parcialmente por los mayores rendimientos pagados por pasivos externos (-0,2 p.p.) y reforzado por el contexto favorable de elevadas tasas de interés internacionales y su impacto sobre los ingresos por intereses (1,1 p.p.). Si bien en la gran mayoría de años presentados en la tabla 5, la absorción doméstica explica la mayor proporción de los cambios en el saldo en cuenta corriente; los rendimientos

¹ La absorción doméstica está definida como la suma del gasto en consumo e inversión, tanto público como privado, realizado dentro de los límites de un país. Esta es equivalente al saldo de la balanza de bienes y servicios, el cual a su vez se puede explicar por un efecto precio y un efecto volumen.

pagados por pasivos externos resultan muy importantes en algunos periodos específicos como 2004 - 2006, 2009 y 2013.

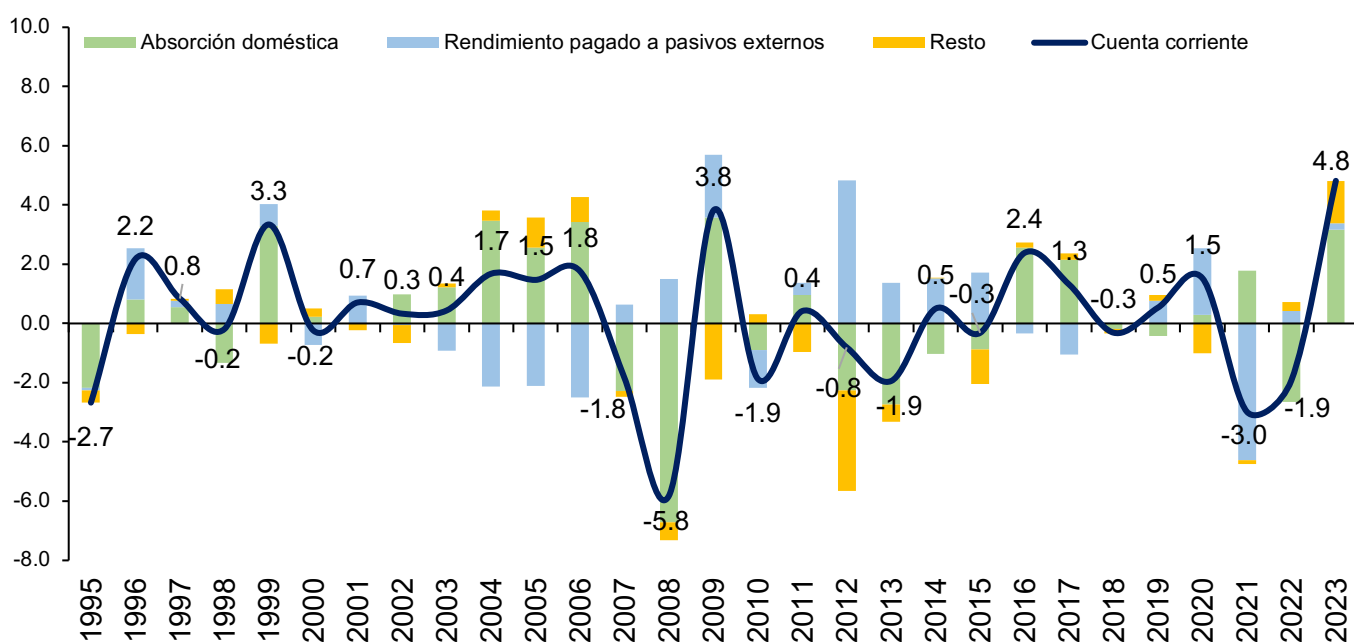
Tabla 5. Perú: Descomposición de la Cuenta Corriente, 1995 – 2023

	1995	1996	1999	2004 - 2006	2008	2009	2013	2016 - 2017	2020	2021 - 2022	2023
a. Absorción doméstica	-2,2	0,8	3,3	9,4	-6,7	3,6	-2,7	4,7	0,3	-0,9	3,2
b. Rendimiento pagado a pasivos externos	-0,1	1,7	0,7	-6,7	1,5	2,1	1,4	-1,4	2,2	-4,2	0,2
c. Resto	-0,4	-0,4	-0,7	2,2	-0,6	-1,9	-0,6	0,4	-1,0	0,2	1,4
Cuenta corriente (a + b + c)	-2,7	2,2	3,3	4,9	-5,8	3,8	-1,9	3,7	1,5	-4,9	4,8

Fuente: BCRP.

En línea con lo anterior, la figura 2 muestra la descomposición de la variación en p.p. del saldo en cuenta corriente. Del incremento del déficit de cuenta corriente de 3,0 p.p. observado en 2021, la ampliación del resultado negativo de la renta de factores explicó 4,6 p.p., contrarrestando así el impacto positivo de la menor absorción doméstica. Históricamente, se encuentra que estos factores han impactado de manera distinta en diferentes episodios. Durante el *boom* de precio de *commodities*, que fue más pronunciado entre 2004 - 2006, el incremento de los términos de intercambio no solo provocó que la menor absorción doméstica incremente el saldo en cuenta corriente en 9,4 p.p., sino que también generó mayores utilidades de empresas con IDE que la redujeron en 6,7 p.p. Así, se evidencia un canal adicional a partir del cual los términos de intercambio pueden afectar a la cuenta corriente, sin pasar por la balanza comercial. Del mismo modo, entre 2012 y 2015, la reducción del déficit de la renta de factores contrarrestó al impacto negativo de la mayor absorción doméstica, todo ello explicado por un entorno de crisis de deuda, menor estímulo monetario y desaceleración china.

Figura 2. Perú: Descomposición de la Cuenta Corriente, 1995 - 2023



Fuente: BCRP.

1.2 Volatilidad, persistencia y correlaciones

A continuación, se presenta un análisis estadístico con las variables macroeconómicas de interés para la elaboración del modelo teórico presentado en el siguiente capítulo. Las variables relevantes incluyen al Producto Bruto Interno (PBI), consumo, inversión privada, términos de intercambio, exportaciones, importaciones, importaciones de bienes de consumo, importaciones de insumos, importaciones de bienes de capital, precio de fletes, utilidades del ingreso primario, intereses del ingreso primario e IDE, las cuales corresponden a Perú y fueron obtenidas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)² para el periodo que comprende del primer trimestre de 1994 al cuarto trimestre de 2023.

Para que el análisis estadístico sea consistente con las conclusiones del modelo, es necesario realizar las transformaciones pertinentes a los datos. Se sigue, principalmente, la metodología de Mendoza (1995), la cual consiste en utilizar como punto de partida las series en términos nominales expresadas en dólares. Estas series deben ser llevadas a términos per cápita, con excepción de las variables correspondientes a precios. Posteriormente, deben ser deflactadas con el índice de precios de las importaciones de

² <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/>

consumo para capturar el hecho que estas son el bien numerario de la economía en nuestro modelo. Finalmente, se les extrae la tendencia a las variables en términos logarítmicos para alcanzar estacionariedad.

Con estas expresiones, calculamos los principales agregados externos, los cuales corresponden a la balanza comercial y la cuenta corriente. La balanza comercial es calculada simplemente como la diferencia entre las exportaciones y las importaciones totales. En el caso de la cuenta corriente, se construye en base a la balanza comercial y sustrayéndole los dos componentes principales del ingreso primario: egresos por intereses y egresos por utilidades³.

Las tablas 6, 7 y 8 presentan estimaciones de las desviaciones estándar, autocorrelaciones, volatilidades relativas y correlaciones contemporáneas de las principales variables que deben incluirse para analizar ciclos económicos internacionales y sus impactos sobre la evolución de la cuenta corriente. En primer lugar, usamos los resultados de la tabla 6 para describir la volatilidad y persistencia de las cuentas nacionales. Notamos que la inversión privada es aproximadamente 2 veces más volátil que el producto y los términos de intercambio, siendo el componente más volátil del PBI. El consumo es menos volátil que el PBI, pero aún menos volátil que los términos de intercambio. El consumo, como suele ser usual, exhibe el mayor grado de persistencia —coeficiente de autocorrelación positivo y de magnitud moderado— entre las variables reales.

En segundo lugar, analizamos las regularidades empíricas de las variables externas. La IDE, la cuenta corriente, el precio de los fletes y las utilidades son las variables con mayor volatilidad, superando por mucho a todas las variables de cuentas nacionales. La cuenta corriente es 6 veces más volátil que la balanza comercial, lo que se sustenta en la elevada volatilidad, principalmente, de las utilidades y, en menor medida, de los intereses. Además, resulta ser entre 9 y 10 veces más volátil que el PBI. Con excepción de la IDE, todas las demás cuentas externas exhiben persistencia, especialmente los componentes de la balanza comercial.

³ En esta investigación se omiten los componentes balanza de servicios e ingreso secundario que forman parte de la definición oficial de cuenta corriente.

Tabla 6. Volatilidad y persistencia de las principales variables en el modelo

Variables	Desviación estándar	Autocorrelación de primer orden	Volatilidad relativa respecto a TdI	Volatilidad relativa respecto a PBI
PBI	0,06	0,34	0,87	1,00
Consumo	0,05	0,55	0,69	0,79
Inversión Privada	0,11	0,36	1,64	1,89
Términos de Intercambio	0,07	0,83	1,00	1,15
Balanza Comercial	0,09	0,55	1,39	1,59
Exportaciones	0,12	0,53	1,79	2,05
Importaciones	0,10	0,65	1,44	1,65
Importaciones de bienes de consumo	0,10	0,30	1,41	1,62
Importaciones de insumos	0,12	0,68	1,82	2,09
Importaciones de bienes de capital	0,10	0,62	1,55	1,78
Cuenta Corriente	0,54	0,27	8,06	9,25
Precio de fletes	0,37	0,59	5,51	6,32
Utilidades	0,54	0,47	7,93	9,10
Intereses	0,17	0,45	2,50	2,87
Inversión directa extranjera	0,69	0,02	10,19	11,69

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por otro lado, la tabla 7 permite analizar la relación entre estas variables y, los términos de intercambio y el PBI. La balanza comercial es ligeramente procíclica, en contraste con la correlación negativa de -0,365 encontrada en Mendoza (1995) para Perú durante el periodo 1961 - 1990 y de -0,1 encontrada por Galindo et al. (2024) para un panel de países (que incluye Perú) durante el periodo 1980 - 2020. Los resultados encontrados se dan a pesar de que las exportaciones exhiben una correlación positiva menos elevada con el producto que la correlación positiva registrada por las importaciones. La leve prociclicidad de la balanza comercial sugiere que, en el periodo analizado, el impulso generado por la mayor actividad económica sobre el volumen de exportaciones ha superado al incremento de la demanda interna, debido a una mayor preponderancia de los sectores exportadores en la composición de ese crecimiento económico.

Como se esperaba, la cuenta corriente es contracíclica, en respuesta a la prociclicidad de las utilidades de empresas con participación extranjera (IDE) que operan en el país. Adicionalmente, un mayor dinamismo de la economía que incrementa la rentabilidad de la inversión extranjera ocasionaría un mayor flujo de esta, lo que podría generar utilidades más elevadas en los siguientes periodos.

Tabla 7. Volatilidad relativa y principales correlaciones

Variables	Volatilidad relativa respecto a precio de fletes	Correlación con TdI	Correlación con PBI
PBI	0,16	0,31	1,00
Consumo	0,12	-0,08	0,70
Inversión Privada	0,30	0,19	0,56
Términos de Intercambio	0,18	1,00	0,31
Balanza Comercial	0,25	0,47	0,02
Exportaciones	0,32	0,57	0,47
Importaciones	0,26	0,25	0,56
Importaciones de bienes de consumo	0,26	0,07	0,48
Importaciones de insumos	0,33	0,29	0,53
Importaciones de bienes de capital	0,28	0,21	0,46
Cuenta Corriente	1,46	-0,23	-0,48
Precio de fletes	1,00	0,29	0,19
Utilidades	1,44	0,33	0,49
Intereses	0,45	-0,05	0,00
Inversión directa extranjera	1,85	0,22	0,19

Fuente: Elaboración propia, 2025.

También resulta interesante verificar la presencia del efecto HML, el cual es explicado a detalle en la sección de revisión de literatura (capítulo II), pero básicamente hace referencia a una correlación positiva y moderada entre los términos de intercambio y la balanza comercial. Efectivamente, en la muestra analizada, encontramos una correlación de 0,47 entre ambas variables. Sin embargo, los términos de intercambio también tienen un impacto positivo sobre las utilidades de empresas con participación extranjera, afectando negativamente el resultado de la cuenta de ingreso primario y, en consecuencia, en el mismo sentido el de la cuenta corriente (-0,23).

Otro hecho de interés es la correlación positiva y moderada existente entre la IDE y los términos de intercambio; pues, ambos son determinantes del saldo en cuenta corriente y sus fluctuaciones son estudiadas en esta investigación. La dirección de la relación que se sugiere es que mayores precios de exportaciones relativos a los de importaciones impulsan decisiones de inversión en el país por parte de no residentes (empresas extranjeras), al hacer más rentables los sectores relacionados con las exportaciones.

En la tabla 8, se observa que, el precio de los fletes exhibe correlaciones interesantes con las variables de análisis, es así como, estos se encuentran positivamente correlacionados con las exportaciones e importaciones, principalmente de insumos. Lo anterior sugiere

que las fluctuaciones en los precios de fletes operan a través de un incremento en el costo de transporte, y a su vez, en el precio efectivo de los bienes transados, con mayor impacto en bienes *commodities*. La dirección del impacto depende del cambio relativo entre nuestros fletes y los de los competidores; el hecho de tener una correlación positiva sugiere que los fletes globales han afectado más otras rutas de transporte internacional que las utilizadas por Perú. Por tanto, un modelo adecuadamente planteado debería contar con un mecanismo que permita analizar los impactos de estos precios sobre la economía en el costo de transporte, y a su vez, en el precio final de los bienes transados.

Tabla 8. Otras correlaciones de interés

Variables	Correlación con Precio de Fletes	Correlación con Utilidades	Correlación con Intereses
PBI	0,19	0,49	0,00
Consumo	0,00	0,37	-0,01
Inversión Privada	0,30	0,53	0,12
Términos de Intercambio	0,29	0,33	-0,05
Balanza Comercial	0,20	0,35	-0,10
Exportaciones	0,44	0,65	0,05
Importaciones	0,35	0,46	0,16
Importaciones de bienes de consumo	0,10	0,26	0,16
Importaciones de insumos	0,44	0,49	0,11
Importaciones de bienes de capital	0,22	0,30	0,15
Cuenta Corriente	-0,30	-0,93	-0,35
Precio de fletes	1,00	0,36	-0,08
Utilidades	0,36	1,00	0,02
Intereses	-0,08	0,02	1,00
Inversión directa extranjera	0,17	0,33	0,04

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En resumen, en esta sección varias de las regularidades empíricas registradas por investigaciones previas han sido apoyadas, en tanto, algunas otras han sido contrastadas. Asimismo, se ha logrado encontrar hechos estilizados interesantes que permiten identificar la presencia de mecanismos a través de los cuales algunas variables, distintas a los términos de intercambio, como el precio de fletes, las tasas de interés y el rendimiento de la inversión extranjera afectan el resultado de la cuenta corriente.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

Históricamente, los términos de intercambio han sido considerados como uno de los principales determinantes del resultado de las cuentas externas de un país. Las primeras investigaciones que encontraron un mecanismo de transmisión de los términos de intercambio hacia la cuenta corriente⁴ fueron las de Harberger (1950) y, Laursen y Metzler (1950). Ambos trabajos tenían como objetivo analizar cómo las fluctuaciones de los tipos de cambio afectan las dinámicas económicas de los países, con énfasis en la balanza comercial, en el primer caso, y en el empleo, en el segundo.

En contraste con las discusiones existentes hasta ese entonces, en las que los ingresos no se encontraban modelados explícitamente en las ecuaciones y, por tanto, se podían considerar como constantes, los autores previamente citados estaban interesados en estudiar el caso de ingresos variables, pues consideraban que estos podrían afectar significativamente la relación de interés. Con ese fin, Harberger (1950) extendió un modelo keynesiano estándar, sustituyendo el tipo de cambio por los términos de intercambio y agregando dos ecuaciones que reflejaban la relación precio - ingreso para obtener un modelo generalizado que incorpora la variabilidad de los ingresos. Por su parte, Laursen y Metzler (1950) establecieron un modelo dinámico simplificado de comercio entre dos países en el que los niveles de ingreso se determinan en equilibrio a partir de funciones de gasto e importación, y del tipo de cambio.

Como parte de los resultados de tales investigaciones, se encontró que los términos de intercambio tenían un papel crucial en la determinación del ingreso real. Las fluctuaciones en el tipo de cambio podían generar movimientos de los términos de intercambio que, a su vez, afectaban el poder de compra del país doméstico. Así, por ejemplo, un deterioro de los términos de intercambio resultaba en una reducción del poder de compra de las exportaciones y, por tanto, en una caída del ingreso real. Dado que en los modelos teóricos que sustentaron tales trabajos, la propensión marginal a consumir era inferior a 1, el consumo nacional también caía, pero en menor proporción. La inversión no se veía afectada por ningún mecanismo, entonces el resultado de la cuenta

⁴ En realidad, el impacto es analizado sobre el saldo comercial; sin embargo, dado que es el principal componente de la cuenta corriente, los autores utilizaron ambos de manera indistinta.

corriente empeoraba. Este efecto directo de los términos de intercambio sobre la cuenta corriente es conocido como el efecto HML.

La validez del efecto HML ha sido discutida posteriormente en la literatura con el fin de ver si se mantiene en modelos más complejos, que incluyan otras características de las fluctuaciones, no consideradas previamente. Entre dichas investigaciones podemos encontrar los trabajos de Obstfeld (1982) y, Svensson y Razin (1983). En el primero de ellos se extiende el modelo y se consideran dos bienes, uno importado desde el exterior y otro producido internamente. En ese marco, las familias maximizan una utilidad intertemporal descontada asignando óptimamente sus ingresos entre consumo y la acumulación de bonos internacionales, tomando los términos de intercambio como dados. El autor encuentra un contexto en el cual un deterioro de los términos de intercambio, en lugar de llevar a una reducción del saldo en cuenta corriente, conduce a un incremento de este, invalidando el efecto HML. Dicho contexto se configura cuando la caída de los términos de intercambio es permanente y no anticipada; pues, bajo dichas condiciones, los hogares compran bonos externos para restaurar la utilidad de estado estacionario a su nivel original, esto genera una caída en el valor del gasto del bien doméstico y una mejora en el saldo en cuenta corriente.

La investigación de Svensson y Razin (1983) se encuentra en la misma línea que la de Obstfeld (1982), en el sentido de que el modelo que plantean también asume optimización intertemporal y movilidad perfecta de capitales. No obstante, Svensson y Razin (1983) proporcionan una perspectiva diferente al enfatizar en la diferencia que existe entre los efectos sobre la balanza comercial, de cambios temporales y permanentes de los términos de intercambio. Cuando se produce un deterioro temporal de estos precios, los agentes anticipan una recuperación futura, y producto del suavizamiento del consumo, la reducción de esta variable es inferior a la del ingreso, ocasionando así una reducción del saldo comercial. Por otro lado, ante un deterioro permanente de los términos de intercambio, los agentes no esperan una mejora futura que compense la situación actual. En este caso, la respuesta de la balanza comercial puede ser ambigua y depende de varios factores, siendo la tasa de preferencia temporal uno de los más importantes. Si esta tasa es alta, los consumidores pueden optar por reducir su consumo actual y aumentar el ahorro para mantener su nivel futuro de utilidad inalterado, lo cual podría llevar a una mejora de la balanza comercial a largo plazo. Sin embargo, si la tasa de preferencia

temporal es baja, el consumo actual podría no disminuir significativamente, resultando en un saldo comercial menos favorable.

Si bien las investigaciones de Obstfeld (1982) y, Svensson y Razin (1983) proveen un marco de análisis más completo que las de Harberger (1950) y, Laursen y Metzler (1950), ninguna de ellas incluye a los bienes no transables, donde los términos de intercambio pueden tener efectos adicionales a través del tipo de cambio real. Este aspecto sí es considerado por Edwards (1987), en cuya investigación se estudia el caso de una pequeña economía abierta con consumidores optimizadores que pueden elegir entre 3 bienes: importables, exportables y no transables. Al igual que Svensson y Razin (1983), Edwards (1987) encuentra que las perturbaciones permanentes y anticipadas de los términos de intercambio tienen efectos distintos a los de las perturbaciones temporales en el tipo de cambio real y la cuenta corriente. Sin embargo, la inclusión de un nuevo sector permite encontrar impactos complejos y aún más diferenciados. Ante choques temporales de los términos de intercambio, estos impactos diferenciados en los bienes transables y no transables pueden suavizar o amplificar el impacto sobre la cuenta corriente dependiendo de la elasticidad de sustitución entre estos bienes. Ante la presencia de choques permanentes, también se puede encontrar una modificación en el impacto descrito por Svensson y Razin (1983), debido a la redistribución del consumo entre bienes transables y no transables.

La investigación de Edwards (1989) continúa esta discusión, particularmente enfocándose en choques temporales. Para ello, toma como base el modelo de Edwards (1987) y extiende en varias direcciones el planteamiento intertemporal de Svensson y Razin (1983). Edwards (1989) encuentra que, ante choques temporales adversos, los consumidores tienden a suavizar el consumo, lo que resulta en un empeoramiento temporal de la cuenta corriente. Además, observa que los choques temporales afectan de manera diferente las tasas de ahorro e inversión, siendo el ahorro el más afectado. Por último, destaca que políticas como la imposición de aranceles temporales, pueden empeorar la cuenta corriente en el primer periodo de análisis, aunque pueden tener efectos diferentes dependiendo de si las perturbaciones de los términos de intercambio son permanentes o temporales.

Las investigaciones revisadas hasta este punto habían desarrollado modelos que fueron analizados en contextos determinísticos. Si bien, en gran parte de ellas se utilizaba

optimización intertemporal y se estudiaba dinámicamente los efectos de choques temporales y permanentes de los términos de intercambio, en ninguna se incluía incertidumbre ni choques estocásticos en sus modelos. Así pues, Mendoza (1991) constituyó el primer trabajo que extiende el marco de los ciclos económicos reales (RBC, por sus siglas en inglés) para el estudio de una pequeña economía abierta y sus dinámicas externas. Aunque no introduce explícitamente los términos de intercambio como una variable sujeta a choques exógenos y estocásticos, interpreta los choques de productividad como representativos de choques a los términos de intercambio, dado que el producto es un bien transable. De esta manera, muestra cómo estos choques pueden generar ciclos económicos reales y afectar la balanza comercial de manera negativa, logrando replicar así la contraciclicidad del comercio exterior.

Otros trabajos que han continuado con la exploración de choques tecnológicos en el marco de los modelos RBC y de ciclos económicos internacionales, así como su relación con la cuenta corriente y los términos de intercambio son los de Backus et al. (1992), Backus et al. (1993) y Backus et al. (1994). De manera conjunta, dichos estudios ofrecen una visión integral de cómo los choques internacionales (principalmente aumentos de productividad en socios comerciales) impactan la cuenta corriente, pero, principalmente muestran la importancia de construir modelos teóricos basados en la evidencia empírica. Por tanto, a continuación, se presenta una revisión más detallada de cada uno de ellos, destacando sus hallazgos en relación con el comportamiento de la balanza comercial y los términos de intercambio.

En el primer trabajo, estos autores observan algunas propiedades de los ciclos económicos en Estados Unidos, entre ellas la contraciclicidad de las exportaciones netas, y tratan de replicar la mayoría de estas utilizando un modelo RBC de dos países con *spillovers* en los choques de productividad, es decir, los aumentos de productividad se traspasan de un país a otro. Su modelo genera una volatilidad del producto, consumo y horas trabajadas similar a la de los datos, pero una volatilidad de la inversión y las exportaciones netas mucho más alta que la observada. Asimismo, encuentran que, si bien el consumo, la inversión y las horas trabajadas son variables procíclicas como en la práctica, las exportaciones netas son acíclicas, contradiciendo lo encontrado empíricamente.

En la segunda investigación se utiliza un modelo similar al de la primera, aunque ahora cada país se especializa en la producción de un bien intermedio particular. Estos bienes intermedios son empleados para la producción de bienes finales destinados al consumo, la inversión y el gasto público. La estructura de este modelo permite definir los términos de intercambio como la relación de precios entre los dos bienes intermedios, poniendo en el numerador al precio del bien producido por el país extranjero. El modelo predice que, para una volatilidad dada del ratio de exportaciones a importaciones, se puede elevar la volatilidad de los términos de intercambio si los insumos intermedios se comportan como bienes complementarios. Sin embargo, al reducir la elasticidad de sustitución entre estos bienes, la volatilidad del ratio mencionado también se reduce, de lo que se concluye que intentar explicar la volatilidad de los términos de intercambio genera predicciones contrarias a las registradas de manera empírica.

En el tercer artículo, el enfoque se encuentra en la dinámica de la balanza comercial y la cuenta corriente. Particularmente, los autores intentan explicar, con un modelo de equilibrio general, la contraciclicidad de las exportaciones netas y la tendencia de la balanza comercial a estar negativamente correlacionada con movimientos actuales y futuros de los términos de intercambio⁵, pero positivamente correlacionada con movimientos pasados. Los autores llaman a este último resultado la curva S, pues la función de correlación entre los términos de intercambio y las exportaciones netas tiene la forma de una S horizontal. Para explicar las regularidades mencionadas, utilizan, al igual que en sus investigaciones previas, un modelo RBC de dos países, en el que cada país produce un bien intermedio que se utiliza para producir un bien final en ambos países. Encuentran que un choque favorable de productividad lleva a un deterioro de los términos de intercambio, debido a la reducción del precio relativo entre los bienes intermedios. En respuesta a la naturaleza persistente del choque, el incremento conjunto de la inversión⁶ y el consumo es más grande que las ganancias del producto, generando un déficit comercial durante los periodos de alta producción. Esta respuesta puede explicar la función de correlación asimétrica entre las exportaciones netas y los términos de intercambio.

⁵ En Backus et al. (1994), los términos de intercambio son el precio relativo de las importaciones a las exportaciones y la balanza comercial el ratio de exportaciones netas a producto.

⁶ Ocurre un *boom* en la inversión, ya que el capital es destinado al país más productivo.

Como resultado de todas las investigaciones revisadas, quedaba claro el papel fundamental que tenían los términos de intercambio en la generación de ciclos económicos y en la determinación de las dinámicas externas de un país. Sin embargo, se necesitaba formalizar ese mecanismo de transmisión, construido a partir de la interpretación de modelos. En ese sentido, Mendoza (1995) fue el primero en incluir, explícitamente, choques a los términos de intercambio⁷ en un modelo RBC para pequeña economía abierta.

Basado en la observación de las variaciones abruptas de los términos de intercambio, registradas durante las décadas de 1980 y 1990, que habían tenido un impacto significativo sobre la actividad económica de países tanto industrializados como en desarrollo, Mendoza (1995) propone un modelo dinámico estocástico de equilibrio general (DSGE, por sus siglas en inglés) con tres sectores: exportables, importables y no transables. En este modelo las importaciones son el bien numerario, y todos los precios de la economía están expresados en términos de estas. Por tanto, el precio de los bienes exportables puede ser interpretado como los términos de intercambio del país, el cual es modelado como un proceso autorregresivo de primer orden. Al analizar la respuesta a los choques del modelo, se encontró que las dinámicas macroeconómicas producto de choques de términos de intercambio difieren notablemente de las inducidas por choques de productividad. En particular, los primeros inducen apreciaciones reales y diferenciales positivos de tasas de interés reales; mientras que, los últimos tienen efectos opuestos.

La importancia de esta investigación reside en el hecho de que es altamente consistente con observaciones que ya se venían documentando ampliamente hasta ese entonces⁸, entre ellas destacan, para nuestros fines, las siguientes: (i) los choques de términos de intercambio son grandes y persistentes, y (ii) el efecto HML está presente, pero es débil, las economías en desarrollo exhiben mayor volatilidad en sus agregados macroeconómicos que las economías industrializadas. Adicionalmente, el análisis de sensibilidad, el cual consiste en cambiar los valores de algunos parámetros profundos del modelo, muestra que la persistencia, magnitud y correlación contemporánea de los choques de términos de intercambio y productividad, así como la elasticidad de

⁷ Modelos anteriores consideraban los choques de productividad como un *proxy* para choques de términos de intercambio. Mendoza (1995) también incluye choques sectoriales de productividad.

⁸ A pesar de que contradice varias predicciones teóricas obtenidas de modelos determinísticos.

sustitución entre el consumo de bienes transables y no transables, juegan un papel clave en la dinámica del modelo.

Posteriormente, Medina et al. (2008) estiman un modelo DSGE para examinar los factores determinantes de la cuenta corriente en Chile y Nueva Zelanda, economías pequeñas y abiertas con características similares, como la dependencia de recursos naturales y políticas económicas orientadas al libre comercio. El estudio analiza el impacto de diversos choques, incluidos los de productividad, externos, de gasto y monetarios. Los resultados indican que los choques externos, como los de precios de *commodities* y los de tasas de interés externas, tienen un efecto notable en la mejora de la cuenta corriente, al inducir una apreciación del tipo de cambio real y una mejora en la balanza comercial. Los choques de productividad afectan el consumo y la inversión, reduciendo la cuenta corriente a corto plazo en respuesta a una mayor absorción de recursos. En contraste, los choques de gasto gubernamental y de política monetaria tienen un impacto relativamente menor en la cuenta corriente. Este análisis destaca la importancia de considerar un enfoque estructural para captar cómo los choques afectan las interacciones entre el consumo, la inversión y el tipo de cambio real en economías abiertas con una alta dependencia de los recursos naturales; y constituye el trabajo que, en mayor medida, junto a Mendoza (1995), ha motivado el tema de la presente investigación.

La discusión sobre términos de intercambio y otros determinantes que pueden afectar la dinámica de la cuenta corriente también ha sido abordada desde una perspectiva puramente empírica, utilizando datos de panel para un grupo de países. En primer lugar, tenemos el trabajo de Cashin y McDermott (2002), en el que los autores examinan cómo choques importantes a los términos de intercambio tienen efectos sobre la cuenta corriente y la economía en general, comparando dos países exportadores de *commodities* con un sector no transable relativamente pequeño (Australia y Nueva Zelanda) con tres grandes países industriales (Estados Unidos, Reino Unido y Canadá).

Respecto a la persistencia, los autores encuentran que los choques a los términos de intercambio son persistentes en todos los países (en Nueva Zelanda y Reino Unido son extremadamente persistentes), excepto en Estados Unidos. Con relación a la magnitud de los componentes permanente y transitorio en los movimientos de estos choques, se tiene que, países con un sector de bienes transables más grande muestran una mayor

participación de choques permanentes respecto a los transitorios en sus términos de intercambio. Así, en Australia y Nueva Zelanda, el componente permanente como proporción del choque total se estimó en 45% y 60%, respectivamente; mientras que, en Estados Unidos y Reino Unido, la estimación arrojó un 25% y 20%, respectivamente. Por último, utilizan un modelo estructural de vectores autorregresivos (SVAR, por sus siglas en inglés) para estudiar el impacto de varios choques sobre la cuenta corriente y el producto. Los resultados de este modelo sugieren que los choques de términos de intercambio no tienen ningún impacto en el saldo en cuenta corriente de Canadá, Reino Unido y Estados Unidos; en contraste, explican una proporción significativa de la variación en los balances en cuenta corriente de Australia y Nueva Zelanda.

En segundo lugar, tenemos el estudio de Cashin et al. (2004), que analiza el impacto de las fluctuaciones en los términos de intercambio sobre el tipo de cambio real en economías en desarrollo que dependen de exportaciones de *commodities*. Para ello, analizan una muestra de 58 países desde enero de 1980 hasta marzo de 2002, construyendo un índice de precios de exportación específico para cada país. A partir del uso de metodologías de series de tiempo, los investigadores encuentran evidencia de una relación de largo plazo entre el tipo de cambio real y los precios reales de las materias primas en, aproximadamente, un tercio de los países estudiados. Para estos países, los precios de las materias primas son un determinante importante de las desviaciones a largo plazo del tipo de cambio real respecto a la paridad de poder adquisitivo. Los resultados muestran que, en estos casos, el ajuste del tipo de cambio real para restaurar el equilibrio con los precios de las materias primas ocurre en un promedio de 10 meses, mucho más rápido que la estimación tradicional. El resultado es importante en la medida que las fluctuaciones del tipo de cambio real terminan afectando la competitividad externa y la cuenta corriente, alineándose con los resultados encontrados previamente.

En tercer lugar, investigaciones como las de Brissimis et al. (2011), Yang (2011) y Morsy (2015) no se centran solo en el papel de los términos de intercambio, sino que utilizan técnicas de cointegración y otras técnicas econométricas para estudiar todos los posibles determinantes de la cuenta corriente en el corto y largo plazo en diferentes países a lo largo de distintos periodos. En el primer documento, se estudia a Grecia, cuya cuenta corriente tuvo un incremento aparentemente insostenible de su déficit. Lo anterior fue resultado de la disminución significativa de las tasas de ahorro privado, explicada esencialmente por el crecimiento del crédito. En el segundo artículo, se utilizan los datos

de las 8 economías emergentes más grandes de Asia entre 1980 y 2009, y se encuentra que, si bien el comportamiento de la cuenta corriente es heterogéneo entre países, la posición inicial de activos externos netos y la apertura comercial son los principales determinantes del comportamiento de largo plazo de todos los países, con excepción de China. Por último, el tercer estudio utiliza datos de panel de frecuencia anual para 74 países avanzados y en desarrollo, dentro de los que se incluye 28 países exportadores de petróleo durante el periodo 1970 - 2009. Se encuentra que los factores que influyen en la cuenta corriente de los países exportadores de petróleo son el resultado fiscal, el balance petrolero, la riqueza petrolera, la dependencia de la edad, el crecimiento económico y el grado de importaciones relacionadas con el petróleo. Además, se identifica que las características específicas como la riqueza subterránea y el grado de madurez en la producción de petróleo también afectan el equilibrio en cuenta corriente.

Finalmente, Schmitt-Grohé y Uribe (2018) intentan conectar los resultados obtenidos a partir de modelos teóricos y empíricos en relación con el papel que tienen los choques de términos de intercambio en la generación de ciclos económicos. La metodología utilizada para los resultados empíricos consiste en la estimación de 2 modelos SVAR⁹, específicos para cada país, utilizando datos anuales de 38 países emergentes para el periodo 1980 - 2011. Por su parte, el análisis teórico se realiza a partir de un modelo de tres sectores, similar al de Mendoza (1995), el cual es calibrado de una manera que, en opinión de los autores, les da una mayor probabilidad de coincidir con los datos. El resultado más notable de esta investigación es haber encontrado una contribución mediana de los términos de intercambio a la varianza total del producto de menos del 10%, la cual contrasta con lo encontrado por los modelos teóricos que afirman que las perturbaciones en los términos de intercambio explican al menos el 30% de los movimientos en la actividad agregada. Otro resultado empírico relevante es que un aumento del 10% en los términos de intercambio provoca una mejora en la balanza comercial de medio punto porcentual del PBI, respaldando así el efecto HML. Este efecto no ha recibido el mismo apoyo en los modelos teóricos dinámicos estocásticos desarrollados para entender la cuenta corriente.

⁹ En el primero, se incluyen los términos de intercambio, la balanza comercial, el producto, el consumo, la inversión y el tipo de cambio real. En el segundo, se agrega el diferencial de tasas de interés como medida del costo internacional de los fondos.

Gran parte de la investigación realizada en este tema resalta la importancia de vincular los enfoques teóricos con la evidencia empírica al estudiar los choques de términos de intercambio en economías abiertas. Particularmente, el modelo de Schmitt-Grohé y Uribe (2018), al ser calibrado con datos reales, proporciona una visión más precisa sobre el impacto de estos choques en variables macroeconómicas clave como el consumo, la inversión y la cuenta corriente. Este enfoque subraya la necesidad de integrar teorías robustas con validaciones empíricas sólidas para capturar de manera adecuada las dinámicas económicas, especialmente en contextos de economías emergentes, y refuerza la relevancia de continuar desarrollando modelos específicos a la realidad de cada país, que reflejen tanto la realidad económica como la complejidad de los choques externos.

CAPÍTULO III. EL MODELO

3.1 Hogares

3.1.1 Preferencias

Las familias obtienen utilidad del consumo (c) y el ocio (l), de acuerdo con la siguiente función:

$$u(c_t, l_t) = \frac{(c_t l_t^\omega)^{1-\gamma}}{1-\gamma}$$

$$\omega > 0 ; \gamma > 1$$

Donde ω regula la elasticidad de la oferta de trabajo y γ es la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo.

Por su parte, el consumo es una canasta que se compone de bienes importables (c^m) y bienes no transables (c^n), definida por el agregador CES (elasticidad de sustitución constante):

$$c_t = [(c_t^m)^{-\mu} + (c_t^n)^{-\mu}]^{\frac{-1}{\mu}}$$

Donde la elasticidad de sustitución entre importables y no transables es equivalente a $\frac{1}{1+\mu}$.

Es necesario precisar que el consumo de importables está compuesto por bienes producidos tanto por la economía doméstica como por la economía extranjera; en tanto, el consumo de no transables está compuesto únicamente por bienes producidos domésticamente.

3.1.2 Oferta de factores de producción

Por un lado, las familias ofertan trabajo a los 3 sectores productivos que conforman esta economía: exportable (L_t^x), importable (L_t^m) y no transable (L_t^n). En los sectores exportable e importable, el trabajo se oferta de manera inelástica¹⁰, de tal manera que:

$$L_t^x = L^x ; L_t^m = L^m$$

Por el otro, las familias acumulan activos físicos bajo la forma de capital, el cual es ofertado solo a los sectores importable (k_t^m) y no transable (k_t^n). Asumimos, igual que en

¹⁰ Se utiliza el mismo supuesto simplificador de Mendoza (1995) aquí y cada vez que se hable de oferta inelástica de factores.

Mendoza (1995), que el capital es homogéneo; es decir, se puede utilizar de manera indistinta en ambos sectores y que la oferta de este al sector no transable es inelástica.

Siguiendo lo anterior, tenemos que el capital total ofertado por las familias es la suma del capital ofertado al sector importable y al no transable:

$$k_t = k_t^m + k_t^n$$

Donde:

$$k_t^n = k^n$$

El capital total doméstico evoluciona de acuerdo con la siguiente ley de movimiento:

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t$$

Se imponen costos de ajuste del capital al modelo, los cuales se encuentran gobernados por el parámetro ϕ :

$$\Phi(k_t, k_{t+1}) = \frac{\phi}{2}(k_{t+1} - k_t)^2$$

3.1.3 Estructura de los mercados financieros

Como es usual en esta literatura, se asume mercados financieros incompletos. Las familias invierten en bonos no contingentes de un periodo que pagan una tasa de interés fija en unidades de bienes importables. Como sostienen Schmitt-Grohé y Uribe (2003), es precisamente esta característica la que hace que el equilibrio dinámico de los modelos estándar de pequeña economía abierta (SOE, por sus siglas en inglés) tenga un componente de *random walk* (no estacionario).

Por tal motivo, muchos investigadores han realizado distintas modificaciones a dicho modelo, entre las que destacan la inclusión de: factor de descuento endógeno, tasa de interés elástica a la deuda y costos de ajuste de portafolio convexos. En este trabajo, se opta por incorporar una prima por riesgo endógena, que hace que la tasa de interés de los bonos se incremente a medida que los activos externos del país disminuyen en relación con su nivel de estado estacionario (\bar{B}). Este mecanismo es recogido por la siguiente ecuación:

$$r_t^f = r^* + rp_t$$

Donde:

$$rp_t = \chi_B(e^{(\bar{B}-B_t)} - 1)$$

3.1.4 Restricciones

Para construir la restricción presupuestaria de los hogares, consideramos sus ingresos y gastos.

En relación con sus ingresos, estos reciben un salario por el trabajo ofertado, el cual difiere de acuerdo con el sector (w_t^x , w_t^m y w_t^n) y una tasa de interés por el capital rentado que también es diferenciada (r_t^k y r_t^{kn}). De acuerdo con su posición de activos externos netos¹¹, pagan o cobran intereses a la tasa r_t^f . Asimismo, los hogares son dueños de las firmas y reciben los beneficios resultantes de sus actividades productivas, los mismos que se asumen nulos.

$$\pi_t^x = \pi_t^m = \pi_t^n = 0$$

En relación con sus gastos, adquieren una canasta de consumo, la cual es un agregado de dos tipos de bienes, a un precio p_t^c . Finalmente, invierten en capital y pagan costos de ajuste cuando su inversión hace incrementar el *stock* de este activo.

La restricción presupuestaria es la siguiente:

$$\begin{aligned} p_t^c c_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t + \phi(k_{t+1} - k_t) + B_{t+1} \\ = w_t^x L_t^x + w_t^m L_t^m + w_t^n L_t^n + r_t^k k_t^m + r_t^{kn} k_t^n + (1 - r_{t-1}^f)B_t \end{aligned}$$

Asimismo, tenemos la siguiente restricción de tiempo:

$$l_t + L_t^x + L_t^m + L_t^n = T$$

3.1.5 Procesos de optimización

Las familias enfrentan el siguiente problema de optimización:

$$Max_{c_t, l_t, k_{t+1}, B_{t+1}} E_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{(c_t l_t^\omega)^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right]$$

Sujeto a:

¹¹ Si $B_t > 0$, las familias de esta economía son acreedoras netas del exterior; en tanto, si $B_t < 0$ son deudoras netas.

$$\begin{aligned}
p_t^c c_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t + \phi(k_{t+1} - k_t) + B_{t+1} \\
= w_t^x L^x + w_t^m L^m + w_t^n (T - l_t - L^x - L^n) + r_t^k k_t^m + r_t^{kn} k_t^n \\
+ (1 + r_{t-1}^f) B_t
\end{aligned}$$

Las condiciones de primer orden de este problema son las siguientes:

- c_t :

$$(c_t l_t^\omega)^{-\gamma} l_t^\omega = \lambda_t p_t^c \dots (1)$$

- l_t :

$$(c_t l_t^\omega)^{-\gamma} c_t \omega l_t^{\omega-1} = \lambda_t w_t^n \dots (2)$$

- k_{t+1} :

$$\lambda_t [1 + \phi(k_{t+1} - k_t)] = \beta E_t \lambda_{t+1} [(1 - \delta) + \phi(k_{t+2} - k_{t+1}) + r_{t+1}^k] \dots (3)$$

- B_{t+1} :

$$\lambda_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} (1 + r_t^f)] \dots (4)$$

Al combinar (1) y (2), obtenemos la oferta de trabajo:

$$\omega \frac{c_t}{l_t} = \frac{w_t^n}{p_t^c} \dots (5)$$

La combinación de (1) y (3) nos da la ecuación de Euler del capital:

$$\frac{U_{c,t}}{p_t^c} [1 + \phi(k_{t+1} - k_t)] = \beta E_t \left\{ \frac{U_{c,t+1}}{p_{t+1}^c} [r_{t+1}^k + (1 - \delta) + \phi(k_{t+2} - k_{t+1})] \right\} \dots (6)$$

Finalmente, obtenemos la ecuación de Euler de los bonos al utilizar (1) y (4):

$$\frac{U_{c,t}}{p_t^c} = \beta E_t \left[\frac{U_{c,t+1}}{p_{t+1}^c} (1 + r_t^f) \right] \dots (7)$$

En las ecuaciones (6) y (7):

$$\frac{U_{c,t}}{p_t^c} = \frac{(c_t l_t^\omega)^{-\gamma}}{p_t^c} l_t^\omega$$

Con las ecuaciones previas, se ha determinado el nivel óptimo de consumo de los hogares. Sin embargo, como ya se ha mencionado, el consumo es una canasta compuesta de otros dos bienes. Para ello, planteamos el siguiente problema de minimización de gasto:

$$\text{Min}_{c_t^m, c_t^n} c_t^m + p_t^n c_t^n$$

Sujeto a:

$$c_t = [(c_t^m)^{-\mu} + (c_t^n)^{-\mu}]^{\frac{-1}{\mu}}$$

A partir de este problema, se obtienen las demandas de bienes importables y no transables:

- c_t^m :

$$\frac{c_t}{c_t^m} = \left(\frac{1}{p_t^c} \right)^{\frac{1}{1+\mu}} \dots (8)$$

- c_t^n :

$$\frac{c_t}{c_t^n} = \left(\frac{p_t^n}{p_t^c} \right)^{\frac{1}{1+\mu}} \dots (9)$$

3.2 Firmas

La estructura productiva que se presenta a continuación se ha construido para reflejar, de manera sencilla, la forma en cómo opera la economía peruana. Se propone dividirla en 3 sectores: *commodities* (sector destinado solo a exportación), importables y no transables.

3.2.1 Firmas productoras de bienes exportables

Se asumen, al igual que en Medina et al. (2008), que existen firmas que producen un *commodity* completamente exportable. Este *commodity* representaría la producción minera peruana, que es destinada en su mayoría para exportación. Para producir este tipo de bien, se utiliza trabajo doméstico (L_t^x), capital extranjero (k_t^x) y un insumo importado (f_t^x). Los beneficios de las firmas que operan en este sector son los siguientes:

$$\pi_t^x = p_t^x Q A_t^x (L_t^x)^{\alpha_x} ((k_t^x)^{1-\psi_x} (f_t^x)^{\psi_x})^{1-\alpha_x} - r_t^* k_t^x - w_t^x L_t^x - p_t^f f_t^x$$

Donde Q es un factor de escala de la productividad total. Considerando que se oferta cualquier nivel de trabajo para satisfacer la demanda de este, las condiciones de primer orden del problema de maximización de beneficios son las siguientes:

- L^x :

$$\alpha_x p_t^x Q A_t^x (L^x)^{\alpha_x-1} ((k_t^x)^{1-\psi_x} (f_t^x)^{\psi_x})^{1-\alpha_x} = w_t^x$$

- k_t^x :

$$(1 - \alpha_x)(1 - \psi_x)p_t^x Q A_t^x (L^x)^{\alpha_x} \frac{((k_t^x)^{1-\psi_x} (f_t^x)^{\psi_x})^{1-\alpha_x}}{k_t^x} = r_t^*$$

- f_t^x :

$$(1 - \alpha_x)\psi_x p_t^x Q A_t^x (L^x)^{\alpha_x} \frac{((k_t^x)^{1-\psi_x} (f_t^x)^{\psi_x})^{1-\alpha_x}}{f_t^x} = p_t^f$$

Si definimos la producción exportable de la siguiente manera:

$$y_t^x = Q A_t^x (L^x)^{\alpha_x} ((k_t^x)^{1-\psi_x} (f_t^x)^{\psi_x})^{1-\alpha_x}$$

Obtenemos las demandas de trabajo doméstico, capital extranjero e insumo importado por parte del sector exportable:

$$\alpha_x p_t^x \frac{y_t^x}{L^x} = w_t^x \dots (10)$$

$$(1 - \alpha_x)(1 - \psi_x)p_t^x \frac{y_t^x}{k_t^x} = r_t^* \dots (11)$$

$$(1 - \alpha_x)\psi_x p_t^x \frac{y_t^x}{f_t^x} = p_t^f \dots (12)$$

3.2.2 Firmas productoras de bienes importables

Estas empresas producen solo bienes de consumo, los cuales son demandados por los hogares. Para ello, utilizan capital doméstico (k_t^m), trabajo doméstico (L^m) y un insumo importado (f_t^m). Los beneficios de las firmas que operan en este sector son los siguientes:

$$\pi_t^m = Q A_t^m (L^m)^{\alpha_{m1}} (f_t^m)^{\alpha_{m2}} (k_t^m)^{1-\alpha_{m1}-\alpha_{m2}} - r_t^k k_t^m - w_t^m L^m - p_t^f f_t^m$$

Donde Q es un factor de escala de la productividad total. Considerando que se oferta cualquier nivel de trabajo para satisfacer la demanda de este, las condiciones de primer orden del problema de maximización de beneficios son las siguientes:

- L^m :

$$\alpha_{m1} Q A_t^m (L^m)^{\alpha_{m1}-1} (f_t^m)^{\alpha_{m2}} (k_t^m)^{1-\alpha_{m1}-\alpha_{m2}} = w_t^m$$

- k_t^m :

$$(1 - \alpha_{m1} - \alpha_{m2}) Q A_t^m (L^m)^{\alpha_{m1}} (f_t^m)^{\alpha_{m2}} (k_t^m)^{-\alpha_{m1}-\alpha_{m2}} = r_t^k$$

- f_t^m :

$$\alpha_{m2} Q A_t^m (L_t^m)^{\alpha_{m1}} (f_t^m)^{\alpha_{m2}-1} (k_t^m)^{1-\alpha_{m1}-\alpha_{m2}} = p_t^f$$

Si definimos la producción importable de la siguiente manera:

$$y_t^m = Q A_t^m (L_t^m)^{\alpha_{m1}} (f_t^m)^{\alpha_{m2}} (k_t^m)^{1-\alpha_{m1}-\alpha_{m2}}$$

Obtenemos las demandas de trabajo doméstico, capital doméstico e insumo importado por parte del sector importable:

$$\alpha_{m1} \frac{y_t^m}{L_t^m} = w_t^m \dots (13)$$

$$(1 - \alpha_{m1} - \alpha_{m2}) \frac{y_t^m}{k_t^m} = r_t^k \dots (14)$$

$$\alpha_{m2} \frac{y_t^m}{f_t^m} = p_t^f \dots (15)$$

3.2.3 Firmas productoras de bienes no transables

Este sector representa la producción de servicios, para la que se utiliza capital (tanto nacional como extranjero), trabajo doméstico e insumo importado. Los beneficios de las firmas que operan en este sector son los siguientes:

$$\begin{aligned} \pi_t^n = & p_t^n Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}} (f_t^n)^{\alpha_{n2}} \left((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n} \right)^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}} - r_t^{kn} k_t^n - r_t^{k*} k_t^{n*} - w_t^n L_t^n \\ & - p_t^f f_t^n \end{aligned}$$

Donde Q es un factor de escala de la productividad total. Considerando que se oferta cualquier nivel de capital doméstico para satisfacer la demanda de este, las condiciones de primer orden del problema de maximización de beneficios son las siguientes:

- L_t^n :

$$\alpha_{n1} p_t^n Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}-1} (f_t^n)^{\alpha_{n2}} \left((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n} \right)^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}} = w_t^n$$

- k_t^n :

$$\psi_n (1 - \alpha_{n1} - \alpha_{n2}) p_t^n Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}} (f_t^n)^{\alpha_{n2}} \frac{\left((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n} \right)^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}}}{k_t^n} = r_t^{kn}$$

- k_t^{n*} :

$$(1 - \psi_n)(1 - \alpha_{n1} - \alpha_{n2})p_t^n Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}} (f_t^n)^{\alpha_{n2}} \frac{((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n})^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}}}{k_t^{n*}} = r_t^{k*}$$

- f_t^n :

$$\alpha_{n2} p_t^n Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}} (f_t^n)^{\alpha_{n2}-1} ((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n})^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}} = p_t^f$$

Si definimos la producción no transable de la siguiente manera:

$$y_t^n = Q A_t^n (L_t^n)^{\alpha_{n1}} (f_t^n)^{\alpha_{n2}} ((k_t^n)^{\psi_n} (k_t^{n*})^{1-\psi_n})^{1-\alpha_{n1}-\alpha_{n2}}$$

Obtenemos las demandas de trabajo doméstico, capital e insumo importado por parte del sector no transable:

$$\alpha_{n1} p_t^n \frac{y_t^n}{L_t^n} = w_t^n \dots (16)$$

$$\psi_n (1 - \alpha_{n1} - \alpha_{n2}) p_t^n \frac{y_t^n}{k_t^n} = r_t^{kn} \dots (17)$$

$$(1 - \psi_n)(1 - \alpha_{n1} - \alpha_{n2}) p_t^n \frac{y_t^n}{k_t^{n*}} = r_t^{k*} \dots (18)$$

$$\alpha_{n2} p_t^n \frac{y_t^n}{f_t^n} = p_t^f \dots (19)$$

3.3 Sector externo

Dado que estamos modelando una economía pequeña y abierta, los precios, tanto del capital extranjero como del insumo importado, se determinan en los mercados internacionales y, por tanto, son exógenos.

Consideremos la siguiente ecuación para el precio del insumo importado:

$$p_t^f = p^{f*}$$

La cantidad de equilibrio del insumo importado estará determinada por las ecuaciones (12), (15) y (19), provenientes de los procesos de optimización de las firmas domésticas.

Sin embargo, para el caso de la tasa de interés externa del capital se asumirá una dinámica similar a la de la tasa de interés de la deuda (r_t^f), en la que, si bien este precio tiene una determinación parcialmente exógena, muestra, además, un componente endógeno que depende de la cantidad de capital ofertado, como se muestra a continuación:

$$r_t^{k*} = r_k^* + \chi_K (e^{(\bar{k}^* - k_t)} - 1)$$

Como se puede notar en la ecuación anterior, mientras mayor sea el nivel de capital invertido, menor será el rendimiento de dicha inversión. Esta elasticidad de la tasa de interés al capital actúa como una señal para atraer o desalentar flujos de capital según el contexto. La forma exponencial de la ecuación permite que el ajuste sea gradual, pero significativo.

La tasa de interés exógena del capital extranjero (r_k^*) está relacionada con la tasa de interés internacional de los bonos (r^*) de la siguiente manera:

$$r_k^* = r^* + \delta$$

Este enfoque asume que el capital extranjero tiene un rendimiento que debe compensar tanto el costo de oportunidad de invertir en bonos internacionales como el costo de depreciación del capital físico. Debido a que los inversionistas externos pueden elegir entre invertir en bonos o en capital físico, la tasa de retorno ajustada debe ser la misma en equilibrio, por el principio de arbitraje.

Por otro lado, para recoger el hecho de que la inversión realizada en el periodo actual demora una cantidad determinada de tiempo en convertirse en el capital que es efectivamente utilizado en la producción de bienes del sector exportable¹² y no transable, se introducen los conceptos de inversión efectiva (i_t^{e*}) e inversión corriente (i_t^*).

En este contexto, se establece una relación dinámica entre la inversión efectiva y la inversión corriente; es decir, un modelo de rezagos distribuidos de la primera sobre la segunda, que es recogido por la siguiente ecuación:

$$i_t^{e*} = \lambda i_{t-1}^{e*} + (1 - \lambda) i_t^*$$

La inversión corriente es el flujo de bienes que ingresa al país, pero se convierte en inversión efectiva, la que verdaderamente forma capital, con cierto rezago. Por ello, la ley de movimiento para el capital extranjero debe establecerse sobre la inversión efectiva:

$$k_{t+1}^* = (1 - \delta) k_t^* + i_t^{e*}$$

Al igual que el caso del capital doméstico, se asume que el capital extranjero está sujeto a costos de ajustes del capital, gobernados por el parámetro ϕ' :

¹² Con esta formulación, se pretende caracterizar la forma en la que opera la inversión minera en Perú.

$$\Phi'(k_t^*, k_{t+1}^*) = \frac{\phi'}{2} (k_{t+1}^* - k_t^*)^2$$

En este punto, nos encontramos en condiciones de definir las variables que representan las principales cuentas externas, cuya dinámica es el interés de la presente investigación.

Dado que el único sector que produce bienes que podrían ser enviados al exterior es el de *commodities* (sector minero en Perú) y, además, dado que se asumió que toda su producción se consume externamente, tenemos que las exportaciones (x_t) son equivalentes a:

$$x_t = y_t^x$$

Por otro lado, como ya se mencionó previamente, el consumo de bienes de tipo importable puede ser satisfecho con bienes producidos, tanto en el exterior como internamente. Así pues, todo lo que no sea cubierto por la producción doméstica debe ser cubierto externamente. Por tal motivo, definimos las importaciones de consumo (m_t^c) de la siguiente manera:

$$m_t^c = c_t^m - y_t^m$$

Por su parte, los insumos (bienes intermedios como alimentos, petróleo y combustibles, papel, madera y otros insumos industriales) utilizados por las firmas de los distintos sectores de esta economía son completamente importados (al mismo precio), constituyendo así el total de las importaciones de insumos (m_t^f).

$$m_t^f = f_t^x + f_t^m + f_t^n$$

El único elemento que está faltando en el análisis teórico para reflejar la estructura de las importaciones peruanas, explicada con mayor detalle, en la sección de regularidades empíricas, son las importaciones de capital. Para su definición es necesario asumir que el capital extranjero también es homogéneo y se puede utilizar de manera indistinta en los dos sectores que lo demandan.

$$k_t^* = k_t^x + k_t^{n*}$$

Entonces, las importaciones de capital se definen como el siguiente flujo:

$$m_t^k = i_t^*$$

Por tanto, las importaciones totales de esta economía son:

$$m_t = m_t^c + p_t^f m_t^f + m_t^k$$

En esta definición, se asume que el precio de las importaciones de capital es igual al de las importaciones de consumo.

Recordemos que en el modelo planteado en Mendoza (1995) y desarrollado a detalle en Galindo et al. (2024) se asume que los términos de intercambio son equivalentes al precio de exportaciones (p_t^x). Este supuesto es razonable, ya que solo existen importaciones de consumo y estas son el bien numerario.

En contraste, en el modelo propuesto en esta investigación, la inclusión de un insumo importado y de capital físico extranjero amplía la definición de importaciones y, por tanto, del precio de estas. Ahora, se tiene lo siguiente:

$$p_t^m = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 p_t^f$$

Donde γ_i representa la participación de las importaciones de un tipo específico en el total de importaciones, para $i = \{\text{consumo, capital e insumos}\}$.

Entonces, nuestra definición de términos de intercambio es la siguiente:

$$TOT_t = \frac{p_t^x}{p_t^m}$$

Con ello, es posible definir el primer agregado de la cuenta corriente, la balanza comercial, de la siguiente manera:

$$tb_t = p_t^x x_t - m_t$$

El segundo agregado, ingreso primario (o renta de factores), está compuesto, principalmente, por los intereses cobrados por los activos externos netos —suelen ser intereses pagados por deuda en países como Perú— y el rendimiento de la inversión extranjera, la cual representa las utilidades de las empresas con inversión extranjera en el país:

$$int_t = r_{t-1}^f B_t$$

$$util_t = -r_t^{k*} k_t^*$$

Finalmente, tenemos la cuenta corriente definida como:

$$ca_t = tb_t + int_t + util_t$$

3.4 Limpieza de mercados y definición de choques

Construimos las restricciones agregadas de recursos para los distintos sectores. Para el *sector transable* tenemos:

$$c_t^m + i_t^m + \frac{\phi}{2} (k_{t+1}^m - k_t^m)^2 + B_{t+1} + r_t^* k_t^* = p_t^x y_t^x + y_t^m + i_t^x + (1 + r_{t-1}^f) B_t$$

Por su parte, el *sector no transable* se enfrenta a la siguiente restricción:

$$c_t^n + k^n - (1 - \delta)k^n + r_t^* k_t^{n*} = y_t^n + i_t^{n*}$$

La inversión extranjera corriente es equivalente en total a:

$$i_t^* = i_t^x + i_t^{n*}$$

Asimismo, es necesario definir la producción agregada del sector transable y de la economía en general de la siguiente manera:

$$y_t^T = (y_t^x)^\alpha (y_t^m)^{1-\alpha}$$

$$y_t = (y_t^T)^\kappa (y_t^n)^{1-\kappa}$$

En el modelo base contamos con dos tipos de choques: choques de precios (que afecta a los términos de intercambio, TOT_t , a partir del precio de las exportaciones p_t^x) y choques a las productividades sectoriales. Los choques mencionados evolucionan de la siguiente manera:

$$\ln(p_t^x) = \rho^p \ln(p_{t-1}^x) + \epsilon_t^p, \quad \epsilon_t^p \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^p}^2)$$

$$\ln(A_t^x) = \rho^x \ln(A_{t-1}^x) + \epsilon_t^x, \quad \epsilon_t^x \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^x}^2)$$

$$\ln(A_t^m) = \rho^m \ln(A_{t-1}^m) + \epsilon_t^m, \quad \epsilon_t^m \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^m}^2)$$

$$\ln(A_t^n) = \rho^n \ln(A_{t-1}^n) + \epsilon_t^n, \quad \epsilon_t^n \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^n}^2)$$

3.5 Precios relativos

En esta sección hallamos los precios relativos del consumo p_t^c y la producción p_t^y en términos de los bienes de consumo importables.

3.5.1 Para p_t^y

Primero, encontramos un precio relativo de la producción transable en términos de los bienes de consumo y capital importables:

$$\min_{y_t^x, y_t^m} p_t^x y_t^x + y_t^m \quad s. a. \quad y_t^T = (y_t^x)^\alpha (y_t^m)^{1-\alpha}$$

Las condiciones de primer orden del problema:

- y_t^x :

$$p_t^x = \lambda_t (\alpha (y_t^x)^{\alpha-1} (y_t^m)^{1-\alpha}) \dots (20)$$

- y_t^m :

$$1 = \lambda_t (\alpha (y_t^x)^\alpha (y_t^m)^{-\alpha}) \dots (21)$$

Del problema de minimización, es fácil notar que: $\lambda_t = p_t^T$. Reemplazando lo anterior y despejando (20) y (21), obtenemos, respectivamente:

$$y_t^x = \alpha y_t^T \frac{p_t^T}{p_t^x} \dots (22)$$

$$y_t^m = (1 - \alpha) y_t^T p_t^T \dots (23)$$

Reemplazando (22) y (23) en la definición de y_t^T :

$$y_t^T = \left(\alpha y_t^T \frac{p_t^T}{p_t^x} \right)^\alpha \left((1 - \alpha) y_t^T p_t^T \right)^{1-\alpha}$$

$$p_t^{y^T} = \alpha^{-\alpha} (p_t^x)^\alpha (1 - \alpha)^{-(1-\alpha)} \dots (24)$$

Ahora, planteamos el mismo problema de minimización entre el sector transable y no transable:

$$\min_{y_t^T, y_t^n} p_t^{y^T} y_t^T + p_t^n y_t^n \quad s. a. \quad y_t = (y_t^T)^\kappa (y_t^n)^{1-\kappa}$$

Repitiendo el procedimiento realizado para el sector transable, obtenemos:

- y_t^T :

$$y_t^T = \kappa y_t \frac{p_t^y}{p_t^{y^T}} \dots (25)$$

- y_t^n :

$$y_t^n = (1 - \kappa)y_t \frac{p_t^y}{p_t^n} \dots (26)$$

Reemplazando (25) y (26) en la definición de y_t :

$$y_t = \left(\kappa y_t \frac{p_t^y}{p_t^{y^T}} \right)^\kappa \left((1 - \kappa)y_t \frac{p_t^y}{p_t^n} \right)^{1-\kappa}$$

$$p_t^y = \left(\frac{p_t^{y^T}}{\kappa} \right)^\kappa \left(\frac{p_t^n}{1 - \kappa} \right)^{1-\kappa}$$

Por último, reemplazando (24) en la ecuación anterior, obtenemos el precio compuesto del producto en términos de bienes importables:

$$p_t^y = \left[\left(\frac{p_t^x}{\kappa^\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{1}{\kappa(1-\alpha)} \right)^{1-\alpha} \right]^\kappa \left[\frac{p_t^n}{1-\kappa} \right]^{1-\kappa}$$

3.5.2 Para p_t^c

Para hallar el precio de la canasta de bienes de consumo, usamos las demandas en (8) y (9):

$$c_t = [(c_t^m)^{-\mu} + (c_t^n)^{-\mu}]^{\frac{-1}{\mu}}$$

$$C_t = \left[\left(c_t (p_t^c)^{\frac{1}{1+\mu}} \right)^{-\mu} + \left(c_t \left(\frac{p_t^c}{p_t^n} \right)^{\frac{1}{1+\mu}} \right)^{-\mu} \right]^{\frac{-1}{\mu}}$$

Simplificando la expresión anterior, hallamos el índice de precios al consumidor del modelo:

$$p_t^c = \left[1 + p_t^n \frac{\mu}{1+\mu} \right]^{\frac{1+\mu}{\mu}}$$

Con los precios hallados, es posible expresar los dos mayores agregados en términos de las importaciones de consumo:

$$y_t^{\text{imp}} = p_t^y y_t$$

$$c_t^{\text{imp}} = p_t^c c_t$$

3.6 Mecanismos adicionales

3.6.1 Especificación 2. Adición de un choque al precio del insumo importado

En el modelo base, se asume que el precio del insumo importado es exógeno y determinado internacionalmente, es decir, $p_t^f = p^{f*}$. Al igual que a la tasa de interés internacional, este precio se puede establecer como un parámetro, con el fin de estimarlo luego, al usar información de interés para la dinámica de la economía.

Por otra parte, si bien el precio de los fletes no aparece directamente en las ecuaciones que determinan la balanza comercial y, por tanto, la cuenta corriente, como hemos descrito en la sección de regularidades empíricas, esta variable muestra una correlación significativa con tales cuentas. Adicionalmente, muestra una correlación alta y positiva con las utilidades de empresas con inversión extranjera.

En consecuencia, es necesario introducir algún mecanismo a partir del cual sea posible analizar los impactos de variaciones aleatorias de este precio sobre la dinámica de las cuentas externas. Es así como, con el sustento de los cálculos empíricos, se asume que el precio de los fletes globales afecta los costos de transporte de los insumos, y, en consecuencia, el precio de estos. Dado que, en este modelo, las firmas de todos los sectores utilizan el insumo importado como factor de producción, los beneficios de estas se verán afectados ante choques a este precio. Si nos centramos en las firmas pertenecientes al sector exportable, este mecanismo podría explicar la correlación encontrada con las utilidades.

Para ello, se optó por cambiar la forma en cómo se modela p_t^f a la siguiente:

$$p_t^f = p^{f*} s_t^f$$

Donde:

$$\ln(s_t^f) = \rho^f \ln(s_{t-1}^f) + \epsilon_t^f, \quad \epsilon_t^f \sim N(0, \sigma_{\epsilon^f}^2)$$

Con esta definición, existe un mecanismo adicional a partir del cual se puede afectar a los términos de intercambio (p_t^m es afectado por p_t^f).

3.6.2 Especificación 3. Adición de choques a la tasa de interés de la deuda

De acuerdo con Neumeyer y Perri (2005), B_t constituyen activos riesgosos, debido a que existe la posibilidad de que Perú, al ser un país de mercado emergente, incurra en *default*.

Por tal motivo, en una modelación alternativa, se ha cambiado la ecuación que define la dinámica de la tasa de interés de los bonos para que recoja el impacto del riesgo de *default*.

$$r_t^f = r^* + r_t^* + rp_t$$

La tasa de interés que se paga por la deuda externa está compuesta de dos partes. La primera refleja la percepción que tienen los inversionistas extranjeros sobre el riesgo del país de incumplir con sus obligaciones.

$$rp_t = \chi (e^{\bar{B}-B_t} - 1) + \epsilon_t^{rp}, \quad \epsilon_t^{rp} \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^{rp}}^2)$$

Además, esta percepción puede ser alterada por eventos estocásticos que tienen la capacidad de incrementar el riesgo mencionado (ϵ_t^{rp}), dichos eventos podrían incluir aspectos políticos que atenten contra la institucionalidad del país.

El segundo componente de la tasa de interés refleja el hecho de que las preferencias de los inversionistas por activos riesgosos son persistentes, pero que también están sujetas a cambios imprevistos, completamente aleatorios.

$$r_t^* = \rho^{r^*} r_{t-1}^* + \epsilon_t^{r^*}, \quad \epsilon_t^{r^*} \sim N(0, \sigma_{\epsilon_t^{r^*}}^2)$$

3.6.3 Especificación 4. Adición de un choque a la inversión extranjera

Como se sostiene en Justiniano et al. (2010), un choque a la inversión recoge una variación exógena en la eficiencia con la cual los bienes invertidos pueden ser transformados en nuevo capital. Una posible interpretación de dicha variación la encontramos en Greenwood et al. (2000); en cuyo modelo el proceso que acompaña a la inversión representa el estado actual de la tecnología para producir bienes de capital. Así, variaciones en dicho proceso representan cambios tecnológicos específicos a la producción de estos bienes de capital. Por otro lado, Justiniano et al. (2011) mostraron que la presencia de ese tipo de choques también puede reflejar perturbaciones al proceso por el cual la inversión es convertida en capital productivo.

Este tipo de choques ha sido denominado *choques específicos a la inversión* en la literatura RBC (IST, por sus siglas en inglés) y su mecanismo de transmisión —en un

contexto de economía abierta— ha sido bien documentado por Raffo (2010). En la investigación de Raffo (2010), un choque positivo a la inversión doméstica ocasiona un *boom* de inversión y una expansión del consumo, que superan el incremento en la producción nacional, ocasionada por las mayores tasas de utilización de los servicios del capital y por la notable respuesta positiva del empleo, en línea con el incremento en la productividad marginal del trabajo. La expansión de la inversión es financiada tanto por recursos domésticos como por recursos que son atraídos desde el exterior, en respuesta a la mayor eficiencia productiva. Estas dinámicas determinan un incremento de la absorción doméstica que se encuentra asociado con un déficit comercial y una apreciación de los términos de intercambio, esta última en línea con el encarecimiento de los bienes producidos domésticamente.

En la presente investigación, tomamos la interpretación de Justiniano et al. (2011) e incluimos choques IST en el proceso de formación de la inversión extranjera. El objetivo de esta modificación es reflejar el hecho de que este tipo de inversión —interpretada básicamente como minera—, además de requerir invertir por largos periodos para finalizar un proyecto, suele enfrentar problemas que dificultan aún más su conversión a capital productivo. Por tanto, se propone la siguiente ley de movimiento de capital extranjero:

$$k_{t+1}^* = (1 - \delta)k_t^* + \mu_t i_t^{e*}$$

Donde:

$$\ln(\mu_t) = \rho^\mu \ln(\mu_{t-1}) + \epsilon_{\mu,t} \quad , \quad \epsilon_{\mu,t} \sim N(0, \sigma_{\epsilon_\mu}^2)$$

Dado el interés empírico que nos motiva, existe otra justificación para la inclusión de este choque en contextos de ciclos internacionales, expuesta por Raffo (2010). El autor afirma que para replicar los hechos estilizados de economías abiertas se requiere un modelo que genere grandes cambios en la absorción doméstica durante los ciclos económicos. En ese sentido, los IST introducen una importante fuente de variación en la absorción, dado que no afectan directamente la eficiencia agregada. Si bien nuestro modelo difiere ampliamente del de Raffo (2010), en la subsección 5.3.7 explicamos el mecanismo de transmisión que la introducción de este choque genera en nuestro modelo, y cómo este se diferencia del trabajo base.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN

En este capítulo se describen los datos de la economía peruana utilizados en la estimación de los parámetros más relevantes de nuestro modelo y la metodología bayesiana utilizada para realizar la estimación mencionada, incluyendo la descripción de las distribuciones a priori.

4.1 Datos

En la estimación de los parámetros del modelo se consideran las siguientes variables como observables y, por tanto, son las que aportarán información valiosa al modelo para reflejar las características de la economía peruana:

- Producto
- Consumo privado
- Inversión privada
- Exportaciones
- Importaciones de insumos
- Importaciones de capital
- Importaciones de consumo
- Índice de precios de exportación
- Índice de precios de importación
- Egresos por intereses
- Egresos por utilidades
- Activos externos netos
- Índice de precios al consumidor
- Índice de precios de bienes no transables

Es necesario precisar que estas variables se encuentran expresadas en unidades per cápita, deflactadas por el índice de precios de las importaciones de consumo, en términos logarítmicos y en desvíos respecto a su tendencia. Los principales estadísticos descriptivos de estas variables ya se han presentado como parte de la sección de Regularidades Empíricas.

Los datos fueron obtenidos de la sección de estadísticas de la página web del Banco Central de Reserva del Perú, la muestra cubre el periodo que inicia en el primer trimestre del año 1994 y termina en el cuarto trimestre del año 2023.

La elección de estos indicadores para la estimación de los parámetros del modelo se sustenta en el poder explicativo que aportarían y en la facilidad para poder vincularlas con variables teóricas del modelo sin incurrir en grandes errores de medición. Del sector real, se consideran aquellas que permiten conocer el desempeño de la actividad económica nacional en términos de producción y empleo. Para nuestros fines, este conjunto está conformado por el PBI, el Consumo Privado y la Inversión privada. Dado que el interés de la investigación es caracterizar el funcionamiento del sector externo y sus componentes, a las variables reales se les añadirá otros grupos de indicadores, con el fin de complementar su aporte al ajuste del modelo. Entre ellos, se encuentran variables que describen la dinámica del comercio exterior de bienes, tanto en volumen como en precio. Su inclusión dentro del grupo de variables observables responde a la importancia de la balanza comercial para entender el sector externo de la economía y el resultado de la cuenta corriente.

Asimismo, se incluyen variables que caracterizan la evolución de los precios externos a los que se enfrenta nuestra pequeña economía abierta, los cuales son altamente volátiles y dependen de factores exógenos. Estas se consideran debido a la importancia de la balanza comercial, particularmente a través de choques a los términos de intercambio — tanto por el lado de las exportaciones como de las importaciones— para entender el saldo en cuenta corriente. Finalmente, se dio la inclusión de variables relacionadas a los pagos totales que se realizan por utilizar capital financiero (egresos por intereses) y capital físico (egresos por utilidades) de residencia extranjera.

4.2 Algoritmo de estimación bayesiana de parámetros

En el proceso de estimación de los parámetros de este modelo, se siguió un enfoque bayesiano. Según la regla de Bayes, la distribución a posteriori de los parámetros es proporcional al producto de la distribución a priori de estos, y la función de verosimilitud de los datos observados. Este enfoque es particularmente útil porque permite incorporar

información adicional sobre los parámetros, como datos referidos a diferentes sectores de la economía¹³, a través de las distribuciones a priori.

La implementación de este enfoque bayesiano se realizó en tres pasos. En el primero, se obtuvo la moda de la distribución a posteriori utilizando una rutina de optimización basada en Monte Carlo, que consiste en usar el algoritmo Metropolis-Hastings (MH) con una matriz a priori de covarianzas diagonal para actualizar continuamente dicha matriz de covarianzas y las estimaciones de la moda *posterior* a partir de las muestras MH. Esta nueva rutina de optimización también proporciona un parámetro de escala (para la *jumping distribution*) tal que la tasa de aceptación de las simulaciones MH será de alrededor de un tercio.

En el segundo, la función de verosimilitud del modelo se evaluó a partir de su representación en espacio de estados, aplicando el filtro de Kalman para capturar la dinámica de las variables observables. Finalmente, se volvió a aplicar el algoritmo Metropolis-Hastings, utilizando dos cadenas de Markov independientes para generar muestras de la distribución a posteriori de los parámetros, lo que permitió obtener sus momentos. Adicionalmente, para evaluar la convergencia del algoritmo, se aplicaron diagnósticos como el de Raftery-Lewis, garantizando la estabilidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

El vector de parámetros que se estima abarca aquellos relacionados con las preferencias de los agentes, la tecnología de producción sectorial, costos de ajuste de activos físicos y de capital de origen nacional y extranjero, precios externos y otras variables de ámbito internacional, así como los errores de medida de algunas variables observables.

4.3 Selección bayesiana de modelos

Esta sección está basada en el capítulo 3 de Herbst y Schorfheide (2016), así como en los trabajos de Kass y Raftery (1995) y Chib (1995). En el contexto de modelos DSGE, existe incertidumbre respecto a la importancia cuantitativa que mecanismos como rigideces de precios, fricciones de información, choques monetarios y choques de otra naturaleza puedan tener para explicar las variables económicas de interés. Si interpretamos la inclusión de dichos mecanismos en un modelo base como una especificación distinta de

¹³ En este trabajo se da énfasis a los datos sobre variables del sector externo y a los parámetros relacionados a las ecuaciones que describen las relaciones teóricas entre estas.

este, podemos asignar probabilidades $\gamma_{j,0}$ a cada una de estas especificaciones M_j , $j = 1, 2 \dots J$, capturando así la incertidumbre antes mencionada. Estas probabilidades son actualizadas luego de observar los datos de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\gamma_{j,T} = \frac{\gamma_{j,0} p(Y|M_j)}{\sum_{j=1}^J \gamma_{j,0} p(Y|M_j)}$$

Donde:

$$p(Y|M_j) = \int p(Y|\theta_{(j)}, M_j) p(\theta_{(j)}|M_j) d\theta_j$$

Es la densidad marginal¹⁴ de los datos asociada a la especificación M_j del modelo. En términos logarítmicos, esta densidad puede ser interpretada como la suma de las puntuaciones predictivas un paso hacia adelante. En ese sentido, al sumar a lo largo del tiempo se obtiene:

$$\ln p(Y|M_j) = \sum_{t=1}^T \ln \int p(y_t|\theta_{(j)}, Y_{1:t-1}M_j) p(\theta_{(j)}|Y_{1:t-1}M_j) d\theta_j$$

Asumiendo que hemos podido obtener $\ln p(Y|M_j)$, las probabilidades *posterior* de cada especificación del modelo son calculadas y se encuentran listas para ser utilizadas en la elección de la mejor especificación. Está ampliamente demostrado en la literatura que elegir el modelo con la probabilidad a posteriori más alta minimiza la pérdida esperada, asociada a elegir un modelo (y/o especificación) incorrecto (a).

4.3.1 Aproximaciones de la marginal likelihood

En modelos tan complejos como el planteado en esta investigación, la evaluación de la densidad marginal $p(Y|M_j)$ involucra el cálculo de una integral muy grande, que usualmente impone desafíos computacionales importantes. Una integral de alta dimensión difícilmente tiene una solución analítica cerrada y usualmente es obtenida a partir de aproximaciones numéricas. Este el caso de la *marginal density* de los datos, utilizada en la selección de modelos, para la cual existen tres aproximaciones dominantes

¹⁴ En adelante, utilizaremos los términos verosimilitud marginal de los datos, *marginal density* o *marginal likelihood* para referirnos al mismo concepto.

en la literatura: los estimadores de media armónica de Geweke (1999) y, de Sims et al. (2008), y el estimador de Chib y Jeliazkov (2001).

Para los ***estimadores de media armónica***, una aproximación de tipo Monte Carlo de la *marginal likelihood* puede ser obtenida de la siguiente manera:

$$p(Y) \approx \left[\frac{1}{N - N_0} \sum_{i=N_0+1}^N \frac{f(\theta^i)}{p(Y|\theta^i) p(\theta^i)} \right]^{-1}$$

Donde $\{\theta^i\}_{i=1}^N$ son las muestras obtenidas de la distribución *posterior* de los parámetros $p(\theta|Y)$, utilizando el algoritmo Metropolis-Hasting y N_0 es el tamaño de la muestra descartada.

La diferencia entre las dos aproximaciones mencionadas se encuentra en la elección de $f(\theta)$. Por un lado, ***Geweke (1999)*** elige una distribución normal truncada que se encuentra regulada por un umbral (τ) llamado *tuning parameter*, un valor pequeño de este elimina las muestras θ^i que caen en las colas de la *posterior*. Por el otro, ***Sims et al. (2008)***, abreviados como ZWG, proponen una función $f(\theta)$ que, en lugar de centrarse en la media *posterior* de la distribución, lo haga en la moda $\hat{\theta}$. La forma explícita de dicha función es mucho más compleja e involucra la definición de una distancia de cada muestra a la moda $r^i = r(\theta^i)$ y de una densidad univariada de colas anchas $g(r)$. Además, el *tuning parameter*, en esta aproximación, solo puede ser calculado por simulación ($\hat{\theta}$) porque se basa más en información de la *posterior*, que en las propiedades de la función en sí.

Mientras que los estimadores de media armónica pueden ser calculados para los resultados de cualquier simulador de distribuciones a posteriori, el ***estimador de Chib y Jeliazkov (2001)***, abreviado como CJ, se encuentra estrechamente ligado al algoritmo Metropolis-Hasting. Para el valor de cualquier parámetro $\tilde{\theta}$, la verosimilitud marginal se define como:

$$p(Y) = \frac{p(Y|\tilde{\theta}) p(\tilde{\theta})}{p(\tilde{\theta}|Y)}$$

Sea $\tilde{\theta}$ un valor de los parámetros asociado con una elevada densidad *posterior*, la aproximación numérica de $p(\tilde{\theta}|Y)$ es:

$$\hat{p}(\tilde{\theta}|Y) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha(\tilde{\theta}|\theta^i) q(\tilde{\theta}|\theta^i)}{\sum_{j=1}^J \alpha(\theta^j|\tilde{\theta})}$$

Donde $q(\tilde{\theta}|\theta)$ es la densidad propuesta para una transición de θ a $\tilde{\theta}$, $\alpha(\tilde{\theta}|\theta)$ es la probabilidad de aceptar la muestra candidata $\tilde{\theta}$, y $\{\theta^j\}_{j=1}^J$ son las simulaciones de $q(\tilde{\theta}|\theta)$ que pueden ser generadas por muestreo directo. Entonces, el estimador CJ de $p(Y)$ resulta de reemplazar $p(\tilde{\theta}|Y)$ por $\hat{p}(\tilde{\theta}|Y)$ en la fórmula inicial.

En una ilustración numérica realizada por Herbs y Schorfheide (2016) —en la que comparan el desempeño de las tres aproximaciones mencionadas en la estimación de los parámetros de un modelo neokeyniano— se concluye que el estimador CJ es el más variable. Dentro de los estimadores de media armónica, el ZWG es el menos afectado por el punto de truncamiento (τ), en tanto que el estimador de Geweke sí cambia ligeramente con distintos valores de τ . Asimismo, los autores sostienen que, si la distribución a posteriori exhibe multimodalidad o colas anchas, el estimador ZWG es mucho más confiable que el de Geweke. Finalmente, de los tres estimadores analizados, el de ZWG es el que registra la menor desviación estándar.

4.3.2 Bayes factor

Para definir el *Bayes Factor* (BF) partimos del supuesto de que un conjunto de observables denotadas por el vector Y han sido generadas por un modelo (y/o especificación) de dos disponibles (M_1 y M_2) de acuerdo con la siguiente distribución de probabilidad: $\gamma_1 = p(M_1|Y)$ y $\gamma_2 = 1 - p(M_1|Y)$. Dada una distribución a priori ($\gamma_{1,0}$, $\gamma_{2,0}$), los datos producen una distribución a posteriori ($\gamma_{1,T}$, $\gamma_{2,T}$).

Del Teorema de Bayes se obtiene que:

$$\gamma_{j,T} = \frac{p(Y|M_j) p(M_j)}{p(Y|M_1) p(M_1) + p(Y|M_2) p(M_2)}, \quad j = 1, 2$$

Entonces, al dividir para cada valor de j , es decir, al construir los *odd ratios*, tenemos lo siguiente:

$$\frac{\gamma_{1,T}}{\gamma_{2,T}} = \frac{p(Y|M_1) p(M_1)}{p(Y|M_2) p(M_2)}$$

$$\frac{\gamma_{1,T}}{\gamma_{2,T}} = \frac{p(Y|M_1)}{p(Y|M_2)} \frac{\gamma_{1,0}}{\gamma_{2,0}}$$

De la ecuación anterior podemos notar que la transformación que realizan los datos consiste en multiplicar el ratio de probabilidades a priori por un factor que definiremos como *Bayes Factor*, para así obtener el ratio de probabilidades a posteriori. Entonces:

$$posterior\ odds = Bayes\ factor \times prior\ odds$$

Donde:

$$BF_{12} = \frac{p(Y|M_1)}{p(Y|M_2)} \dots (27)$$

Representa el *Bayes Factor* para el modelo 1 en contra del modelo 2, terminología que será utilizada para la discusión en la sección de resultados.

Sin embargo, en la práctica se suele tener disponible un estimador de la verosimilitud de los datos, en lugar de $p(Y|M_j)$, en términos logarítmicos. En ese caso, la ecuación (27) se estimaría, tal y como sugiere Chib (1995), de la siguiente forma:

$$\widehat{BF}_{12} = \exp\{\ln \hat{p}(Y|M_1) - \ln \hat{p}(Y|M_2)\} \dots (28)$$

La interpretación sugerida por Kass y Raftery (1995) es recogida en la tabla 9 y utilizada para discutir los resultados en el apartado respectivo.

Tabla 9. Interpretación del *Bayes Factor*

B_{ij}	Interpretación
[1; 3,2]	La evidencia en contra del modelo j es débil .
]3,2; 10]	La evidencia en contra del modelo j es sustancial .
]10; 100]	La evidencia en contra del modelo j es fuerte .
]100; +Inf]	La evidencia en contra del modelo j es decisiva .

Fuente: Kass y Raftery (1995).

4.4 Definición de priors

En esta sección se presenta y sustenta la formulación de *priors* utilizada para los parámetros (θ) que han sido objeto de estimación bayesiana. Siguiendo a Del Negro y Schorfheide (2008), se agruparon los parámetros en 3 categorías: parámetros que determinan el estado estacionario (θ_{ss}), parámetros que intervienen en la propagación endógena de los choques (θ_{endo}) y aquellos que caracterizan la ley de movimiento de los procesos exógenos (θ_{exo}). En ese sentido, la tabla 10 muestra dicha agrupación estratégica de parámetros, el dominio de estos y la caracterización de sus respectivas distribuciones a priori.

Tabla 10. Distribuciones a priori de los parámetros del modelo

Parámetro	Símbolo	Dominio	Distribución	Media	Desviación estándar
Parámetros relacionados al estado estacionario θ_{ss}					
Tasa de interés internacional libre de riesgo	r^*	\mathbb{R}^+	Gamma	0,0195	0,001
Ratio de gasto en consumo importable respecto a no transable	$\frac{c^m}{p^n c^n}$	[0,1]	Beta	0,78	0,07
Ratio de gasto en consumo no transable respecto al total	$\frac{p^n c^n}{c^{imp}}$	[0,1]	Beta	0,60	0,06
Parámetros de propagación endógena θ_{endo}					
Regulador de la elasticidad de la oferta laboral	ω	\mathbb{R}^+	Gamma	1,455	0,10
Regulador de la elasticidad de sustitución entre importables y no transables	μ	$[-1, +\infty[$	Normal	1,50	0,10
Inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal	γ	\mathbb{R}^+	Gamma	1,50	0,10
Costo de ajuste del capital doméstico	ϕ	\mathbb{R}^+	Normal	0,03	0,01
Costo de ajuste del capital extranjero	ϕ'	\mathbb{R}^+	Normal	0,10	0,01
Regulador de la elasticidad de la tasa de interés al nivel de deuda	χ_d	\mathbb{R}^+	Gamma	0,50	0,10
Regulador de la elasticidad de la tasa de interés al <i>stock</i> de capital	χ_k	\mathbb{R}^+	Gamma	1,50	0,50
Rezago de Koyck	λ	]0,1]	Beta	0,75	0,10
Precio exógeno del insumo importado	p^*	\mathbb{R}^+	Gamma	1,50	0,20

Participación de las importaciones de consumo en las totales	γ_1	]0,1]	Beta	0,157	0,061
Participación de las importaciones de capital en las totales	γ_2	]0,1]	Beta	0,326	0,053
Participación de las importaciones de insumos en las totales	γ_3	]0,1]	Beta	0,411	0,05
Participación de la producción exportable en la producción transable	α	]0,1]	Beta	0,25	0,10
Participación del insumo importado en el compuesto de factores extranjeros del sector exportable	ψ_x	]0,1]	Beta	0,40	0,10
Participación del trabajo en la producción exportable	α_x	]0,1]	Beta	0,75	0,10
Participación del trabajo en la producción importable	α_{m1}	]0,1]	Beta	0,50	0,10
Participación del insumo importado en la producción importable	α_{m2}	]0,1]	Beta	0,20	0,10
Participación del trabajo en la producción no transable	α_{n1}	]0,1]	Beta	0,56	0,05
Participación del insumo importado en la producción no transable	α_{n2}	]0,1]	Beta	0,10	0,05
Participación del capital doméstico en el compuesto de capital del sector no transable	ψ_n	]0,1]	Beta	0,40	0,10
Participación de la producción transable en la producción agregada	κ	]0,1]	Beta	0,60	0,10
Parámetros de choques exógenos θ_{exo}					
Persistencia del choque a los precios de exportación	ρ^p	]0,1[	Beta	0,83	0,10
Persistencia del choque de productividad al sector exportable	ρ^x	]0,1[	Beta	0,87	0,10
Persistencia del choque de productividad al sector importable	ρ^m	]0,1[	Beta	0,49	0,20
Persistencia del choque de productividad al sector no transable	ρ^n	]0,1[	Beta	0,58	0,20
Persistencia del choque a los precios de importación ^{1/}	ρ^f	]0,1[	Beta	0,81	0,05
Persistencia del choque a la preferencia de los inversionistas extranjeros ^{2/}	ρ^{r^*}	]0,1[	Beta	0,80	0,01

Persistencia del choque a la inversión extranjera ^{3/}	ρ^μ	]0,1[	Beta	0,20	0,10
Desviación estándar del choque a los precios de exportación	$\sigma_{\epsilon_t^p}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,07	0,10
Desviación estándar del choque de productividad al sector exportable	$\sigma_{\epsilon_t^x}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,0197	0,11
Desviación estándar del choque de productividad al sector importable	$\sigma_{\epsilon_t^m}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,07	0,10
Desviación estándar del choque de productividad al sector no transable	$\sigma_{\epsilon_t^n}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,10	0,10
Desviación estándar del choque a los precios de importación ^{1/}	$\sigma_{\epsilon_t^f}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,05	0,10
Desviación estándar del choque a la preferencia de los inversionistas extranjeros ^{2/}	$\sigma_{\epsilon_t^{r^*}}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,01	0,119
Desviación estándar del choque al <i>spread</i> ^{2/}	$\sigma_{\epsilon_t^{rp}}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,02	0,12
Desviación estándar del choque a la inversión extranjera ^{3/}	$\sigma_{\epsilon_t^\mu}^2$	\mathbb{R}^+	Gamma inversa	0,10	0,10

1/ Parámetros particulares a la especificación 2.

2/ Parámetros particulares a la especificación 3.

3/ Parámetros particulares a la especificación 4.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como es usual en investigaciones que usan calibración, los *priors* de los parámetros del primer grupo (θ_{ss}) se definieron a partir de promedios de largo plazo de indicadores representativos de estos. Para que el uso de datos no interfiera con el proceso de aprendizaje bayesiano se utilizaron premuestras que abarcan el primer periodo desde el que se encuentra disponible la información de cada indicador hasta 1993¹⁵. Así, la media a priori de la distribución de la tasa de interés internacional libre de riesgo (r^*) se obtuvo a partir del rendimiento de los bonos del Tesoro de Estados Unidos al plazo de 10 años; la del ratio de gasto en consumo importable respecto a no transable $\left(\frac{c^m}{p^n c^n}\right)$ se aproximó con la división del PBI de todos los sectores menos de minería e hidrocarburos, pesca y servicios sobre el PBI del sector servicios, y la del ratio del gasto en consumo no transable respecto al total $\left(\frac{p^n c^n}{c^{imp}}\right)$ se estimó con la participación del PBI del sector servicios en el

¹⁵ Para r^* el periodo utilizado fue 1950 - 1993 y para los otros dos parámetros 1980 - 1993.

PBI total. Las desviaciones estándar se calcularon de la misma forma con pequeños ajustes para respetar los límites de cada distribución.

Respecto al segundo grupo de parámetros (θ_{endo}), Herbst y Schorfheide (2016) recomiendan utilizar evidencia microeconómica o consultar literatura que haya analizado o utilizado los parámetros de interés. Por tanto, en este trabajo se optó por revisar estudios previos con calibración como el de Mendoza (1995) y estimación frecuentista de parámetros como el de Schmitt-Grohé y Uribe (2018) para establecer la media a priori de los parámetros en común. Asimismo, se revisaron investigaciones con estimación bayesiana como la de Castillo et al. (2013) para establecer una desviación estándar adecuada, misma que fue ajustada de acuerdo con el criterio de los autores para respetar los límites de las distribuciones propuestas. Para los parámetros que reflejan la estructura de las importaciones, se siguió la misma estrategia usada para θ_{ss} , con una muestra que abarca el periodo 1985 - 1993. Finalmente, los *priors* de aquellos parámetros cuya evidencia previa es escasa se formularon con base en el conocimiento de la economía peruana por parte de los autores.

Tal como sostienen Herbst y Schorfheide (2016), condicional a θ_{ss} y θ_{endo} , los parámetros pertenecientes al tercer grupo (θ_{exo}) determinan la volatilidad y la persistencia de las variables del modelo afectadas por choques. Por tanto, los *priors* de estos parámetros se pueden formular a partir del cálculo de estos momentos en una muestra. Para las variables que son observables empíricamente (precios de exportación, precios de importación, tasa de interés internacional libre de riesgo e inversión extranjera) se procedió de esta manera y para aquellas que no lo son (procesos de productividad sectoriales) se utilizaron trabajos previos combinados con el conocimiento de los investigadores para sustentar la formulación de los *priors*.

Luego de definir medias y desviaciones estándar se eligieron distribuciones a priori que sean consistentes con el rango de valores posibles para cada parámetro. Los parámetros cuyo rango abarca los reales positivos (\mathbb{R}^+) son aproximados con una distribución Gamma. Para los ratios, participaciones (exponentes de funciones Cobb-Douglas) o persistencias (coeficientes de procesos autorregresivos) se han utilizado distribuciones Beta porque estas aseguran que dichos parámetros se encuentren entre 0 y 1. Para valores sobre los cuales no se tiene una idea clara de los límites o que pueden tomar valores negativos se utilizó una distribución normal, de manera que se permita una gama más

amplia de observaciones. Por último, las desviaciones estándar se han modelado con distribuciones Gamma inversa, como es usual en la literatura, debido a que, además de evitar la negatividad y ser flexible, al ser de colas anchas, hace que, aunque sean poco probables los valores extremos, no estén completamente excluidos.

La decisión de los parámetros que finalmente ingresaron en la estimación se basó en el interés de caracterizar mejor las dinámicas de las cuentas externas peruanas, por ello, se priorizó aquellos que aparecen en las ecuaciones que determinan variables externas. El resto de los parámetros, principalmente aquellos profundos como los relacionados con los hogares (tasa de depreciación), se calibraron considerando aproximadamente sus valores históricos promedio y lo utilizado por otros trabajos. Algunos de estos parámetros tienen una relación subyacente entre ellos como la tasa de interés internacional y el factor de descuento.

Tabla 11. Parámetros calibrados en el modelo

Parámetro	Símbolo	Valor
Tiempo total disponible	T	100
Productividad total de factores	Q	1,0
Tasa de depreciación	δ	0,05
Trabajo inelástico del sector exportable	L^x	5,0
Trabajo inelástico del sector importable	L^m	5,0
Capital inelástico del sector no transable	K^n	4,0

Fuente: Elaboración propia, 2025.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

Como se mencionó previamente en la introducción, la presente investigación busca realizar una evaluación formal de la relevancia de los choques adicionales propuestos en el capítulo III —distintos a los tradicionales choques a los términos de intercambio— para explicar las fluctuaciones de la cuenta corriente peruana; y, a partir de ella, construir mecanismos de transmisión pertinentes de estos choques externos hacia los principales componentes de la cuenta corriente y, finalmente, hacia las demás variables macroeconómicas.

En ese sentido, se han agrupado los resultados en 6 subsecciones: (i) evaluación de los resultados de la estimación de parámetros para determinar las ganancias de usar datos y cómo las estimaciones cambian ante la inclusión de choques; (ii) análisis del grado de ajuste bayesiano, a partir del nivel de reducción de la incertidumbre asociada a la calibración, y elección de la especificación con mejor ajuste a los datos; (iii) análisis de las funciones de impulso respuesta para caracterizar completamente las dinámicas externas e internas; (iv) la descomposición de varianza de variables clave, con el fin de cuantificar qué proporción de las fluctuaciones en cada una de ellas ha sido ocasionada por los choques presentados; (v) errores de predicción de variables relevantes obtenidos con cada una de las especificaciones; y (vi) simulación de las especificaciones con la calibración proveniente de los resultados de las estimaciones para validar si se replican los hechos estilizados de la economía peruana con este marco teórico.

En tales subsecciones, se presentan algunos resultados por especificación y se realizan comparaciones; dichas especificaciones se formaron a partir de la adición de los distintos mecanismos propuestos al modelo base, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 12. Especificaciones del modelo DSGE

Especificación 1	Especificación 2	Especificación 3	Especificación 4
	Especificación 1	Especificación 2	Especificación 3
Modelo base	Choque al precio del insumo importado	Choque a las tasas de interés internacionales	Choque a la inversión extranjera

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.1 Resultados de la estimación de parámetros

A continuación, se analizan y discuten las principales características de las distribuciones a posteriori de los parámetros estimados en cada especificación del modelo.

5.1.1 Estimación en la especificación base

Para analizar los resultados de la estimación de parámetros, se considerarán la asimetría, el coeficiente de variación y el rango percentil relativo de sus distribuciones *posterior*, así como la comparación gráfica de las distribuciones a priori y a posteriori.

Respecto a la simetría de las distribuciones *posterior* de los parámetros estimados en la especificación base, aquellos parámetros con mayor proporción de valores extremos altos son la participación del trabajo en la producción no transable (α_{n1}), la elasticidad de sustitución entre importables y no transables (μ) y la participación de las importaciones de insumos en las totales (γ_3), lo que sugiere que existe una probabilidad significativa de que estos parámetros tomen valores más altos que el valor más probable (moda). En tanto, los parámetros con asimetría positiva muestran una mayor concentración hacia valores bajos, pero con colas extendidas hacia valores altos, aquellos parámetros que presentan esa característica son la proporción del gasto en consumo no transable respecto al total ($\frac{p^n c^n}{c_{imp}}$), la participación de las importaciones de consumo en las totales (γ_1) y la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal (γ). Esto nos podría indicar que, en línea con las características de la economía peruana, las importaciones de insumos tenderían a tener una mayor participación en las importaciones totales que las importaciones de consumo. Asimismo, resalta que, en el sector no transable, es más probable una mayor utilización del factor trabajo.

Adicionalmente, con el fin de tener un indicador de la precisión relativa de las estimaciones, se calculó el coeficiente de variación (CV) de las distribuciones a posteriori de los parámetros. Los resultados muestran que los parámetros con mayor incertidumbre relativa corresponden a la participación del insumo importado en el compuesto de factores extranjeros del sector exportable (ψ_x), la participación del capital doméstico en el compuesto de capital del sector no transable (ψ_n) y la participación de la producción exportable en la producción transable (α). Estos resultados son comunes en la estimación bayesiana de modelos DSGE y refleja el desafío que representa observar de manera

directa los parámetros relacionados con la estructura productiva sectorial, cuyos impactos en la dinámica macroeconómica suelen ser más sutiles o estar escondidos detrás de otros factores.

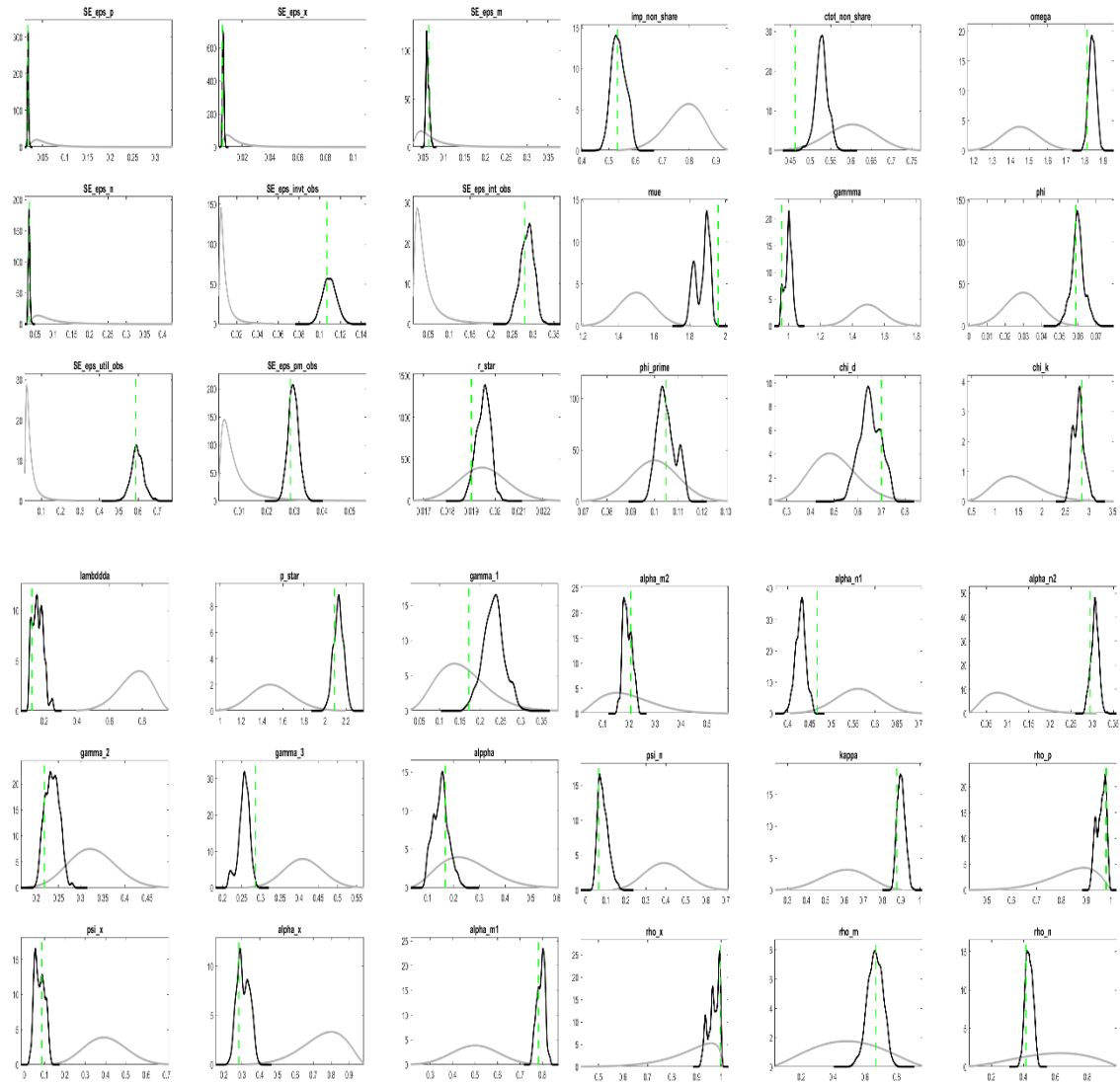
Por otro lado, algunos parámetros presentan coeficientes de variación notablemente bajos (entre 1 y 3), lo cual indica una estimación relativamente precisa. En particular, destacan la elasticidad de la oferta laboral (ω), la tasa de interés internacional libre de riesgo (r^*) y la persistencia del choque a los precios de exportación (ρ^p). Estos resultados sugieren que la elasticidad de la oferta laboral, por estar relacionada al consumo, ya cuenta con suficiente variabilidad proveniente de los datos utilizados para la estimación, así como que la utilización de relaciones funcionales conocidas en la literatura para el planteamiento del modelo refuerza la identificación del parámetro. Asimismo, la tasa de interés internacional es un parámetro exógeno en un contexto de una SOE, por lo que una estimación precisa no debería sorprender. Por su parte, la persistencia del choque a los precios de exportación, a pesar de estar relacionado con un proceso estocástico, tiene una buena identificación por la mayor relevancia macroeconómica del sector exportador, cuyas fluctuaciones impactan de forma más visible en las principales variables agregadas, y por la mayor precisión que suele tener la elaboración de las estadísticas de exportaciones.

De manera complementaria, el percentil rango relativo, que mide la dispersión de la distribución *posterior* en relación con su valor central, confirma las conjeturas realizadas en el párrafo anterior. Es así como los parámetros con menor rango percentil relativo (entre 0,03 y 0,06) son ω , r^* , μ y ρ^p , lo que indica una alta concentración de probabilidad y una estimación relativamente precisa. Mientras que, los parámetros que exhiben un mayor rango percentil relativo son ψ_n , ψ_x , α y λ , los cuales están relacionados a estructuras productivas y formación del capital extranjero. Cabe mencionar que el parámetro λ es una innovación propia y no suele ser incluido en la literatura de SOE, por lo que, su estimación siempre representará una ganancia frente a una calibración basada en el conocimiento de los investigadores.

Finalmente, para complementar este análisis estadístico, se presentan las distribuciones a priori y a posteriori de los parámetros estimados. La comparación entre ambas distribuciones nos lleva a conclusiones similares a las descritas previamente, así como a evaluar el grado de aprendizaje bayesiano proporcionado por los datos: una mayor

concentración o desplazamiento de la distribución *posterior* respecto a la *prior* indica un aporte relevante de los datos a la estimación.

Figura 3. *Priors y posteriors* - Especificación base



Fuente: Elaboración propia (2025).

5.1.2 Estimación en la especificación 2

Respecto a la simetría de las distribuciones a posteriori de los parámetros estimados en esta especificación, los parámetros con mayor proporción de valores extremos altos son la participación del insumo importado en la producción no transable (α_{n2}), la elasticidad de la tasa de interés al *stock* de capital (χ_k) y la participación del insumo importado en el compuesto de factores extranjeros del sector exportable (ψ_x), por lo que habría una probabilidad importante de que estos parámetros tomen valores más altos que su moda.

En tanto, los parámetros con asimetría positiva son la participación del trabajo en la producción exportable (α_x), el rezago de Koyck (λ) y la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal (γ). Esto nos indica que la estructura productiva del sector exportable podría ser intensiva en uso de trabajo y que el capital podría tomar más tiempo del previsto en su proceso de formación.

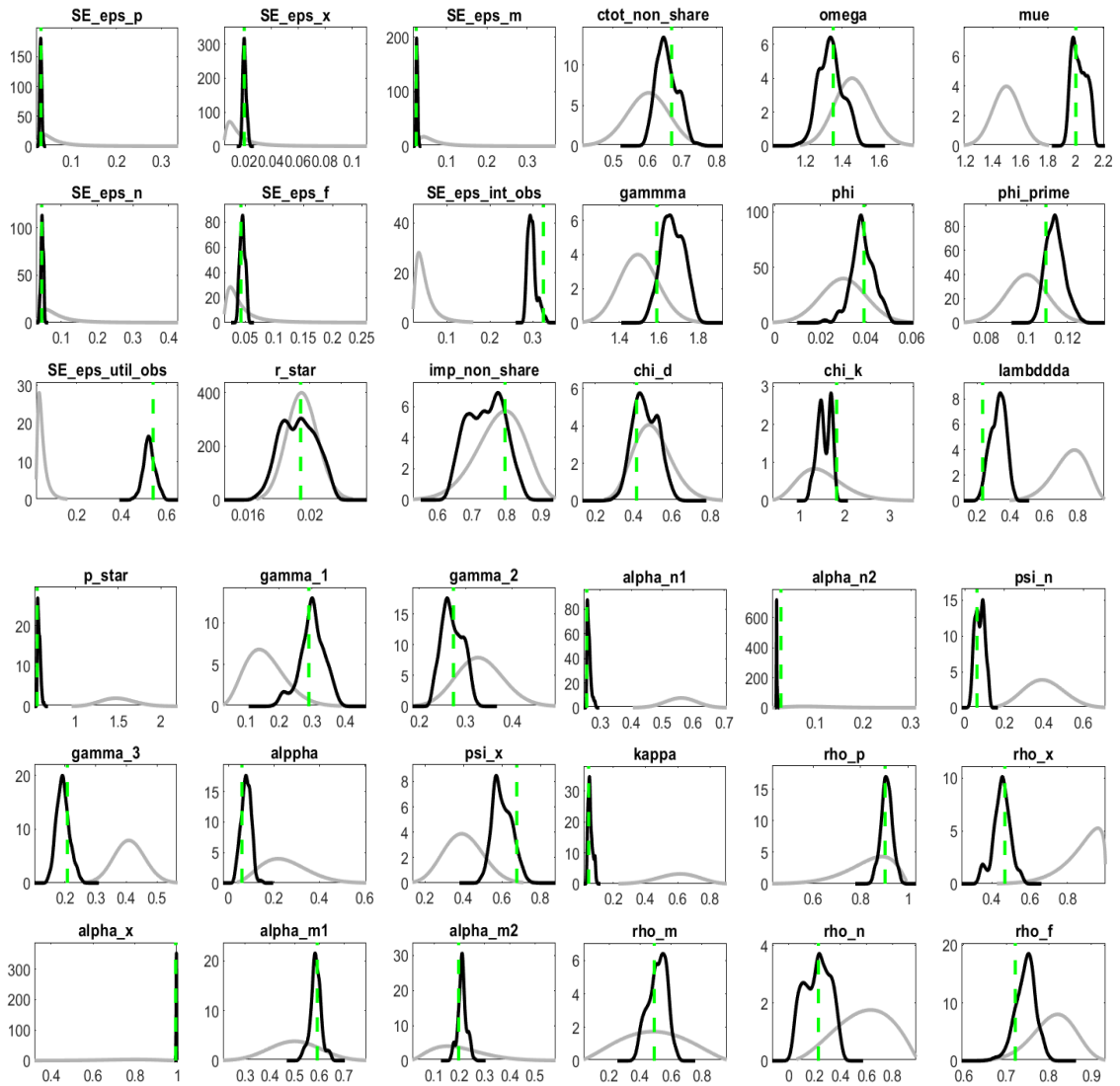
Asimismo, en el cálculo del coeficiente de variación de las distribuciones a posteriori de los parámetros, se encuentra que aquellos con mayor incertidumbre relativa son la persistencia del choque de productividad al sector no transable (ρ^n), la participación del capital doméstico en el compuesto de capital del sector no transable (ψ_n) y la participación de la producción exportable en la producción transable (α). Por otro lado, los parámetros que presentan coeficientes de variación bajos (entre 0,1 y 2,6) son la participación del trabajo en la producción exportable (α_x), la participación del trabajo en la producción no transable (α_{n1}) y la elasticidad de sustitución entre importables y no transables (μ). Estos resultados sugerirían que las estructuras productivas de los sectores transable y no transable no obtienen información precisa de los datos incorporados en la estimación, así como que la persistencia del choque al sector no transable no se estaría estimando con una gran precisión por la existencia de errores de medición en los datos de sectores productivos como el de servicios. Mientras que, las participaciones del trabajo en los sectores exportable y no transable estarían estimadas con un grado más alto de precisión por el hecho de que este factor productivo suele tener una proporción relativamente estable en economías como la peruana. También, se identifica correctamente a la elasticidad de sustitución entre importables y no transables por los datos insumidos que están relacionados a consumo y producción.

Complementariamente, el percentil rango relativo confirma lo anterior. Es así como los parámetros con menor rango percentil relativo (entre 0,00 y 0,08) son α_x , α_{n1} , μ y p^* , indicando que la estimación fue relativamente centrada. Mientras que, los parámetros con un mayor rango percentil relativo son ρ_n , ψ_n y α , los cuales se relacionan al sector no transable, siendo este el sector capturado con menor precisión por los datos debido a su escasa presencia en el grupo de variables observables y a la menor visibilidad de sus choques en las variables agregadas.

Se complementa el análisis estadístico con las gráficas de las distribuciones a priori y a posteriori de los parámetros estimados. Podemos observar que los parámetros cuyas

distribuciones *posterior* tuvieron un mayor desplazamiento, particularmente el de la moda, luego de la estimación son λ , μ , p^* , γ_3 y ρ_x , lo que sugiere un alto nivel de aprendizaje bayesiano. Así, el rezago de la inversión extranjera se encuentra centrado en valores inferiores a los propuestos originalmente y el choque a los precios de exportación resultó ser menos persistente que lo esperado antes de observar los datos.

Figura 4. *Priors y posteriors* - Especificación 2



Fuente: Elaboración propia (2025).

5.1.3 Estimación en la especificación 3

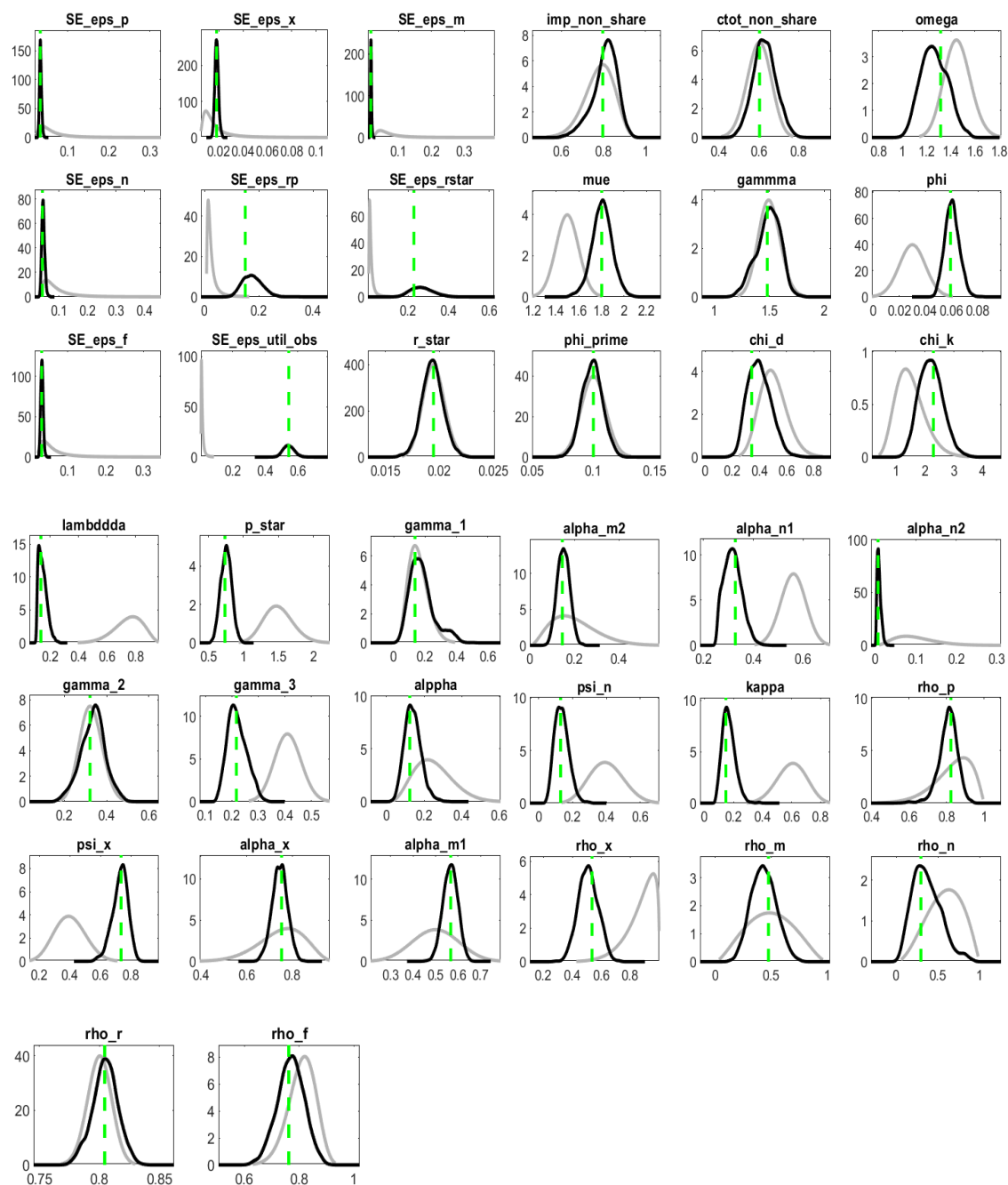
En esta especificación, los parámetros con asimetría negativa en sus distribuciones a posteriori son la desviación estándar del choque de productividad al sector exportable (σ_{ϵ^x}), la proporción de gasto en consumo no transable respecto al total ($\frac{p^n c^n}{c^{imp}}$) y la persistencia del choque a los precios de importación (ρ^f), por lo que podrían tomar valores más altos que su moda, indicando que podría ocurrir: una mayor incertidumbre del choque al sector importable, una mayor persistencia del choque a los precios de importación y un sesgo hacia más consumo en no transables, respectivamente. Por su lado, los parámetros que podrían tomar valores más bajos a su moda son la desviación estándar del choque al diferencial de tasas ($\sigma_{\epsilon^{rp}}$), la desviación estándar del choque a la preferencia de los inversionistas extranjeros ($\sigma_{\epsilon^{r^*}}$) y la elasticidad de la tasa de interés al nivel de deuda (χ_d), lo que nos indica que la incertidumbre de los choques a las tasas de interés tiene sesgo a la baja y que los cambios en la tasa de interés no serían muy bruscos ante cambios en el nivel de deuda.

Los coeficientes de variación de las distribuciones a posteriori de los parámetros nos muestran que los parámetros con menor precisión de estimación son la participación del insumo importado en la producción no transable (α_{n2}), la persistencia del choque de productividad al sector no transable (ρ^n) y la participación de las importaciones de consumo en las totales (γ_1). Mientras que, los parámetros que presentan coeficientes de variación bajos (entre 1,2 y 4,6) son la persistencia del choque a la preferencia de los inversionistas extranjeros (ρ^{r^*}), la participación del trabajo en la producción exportable (α_x) y la elasticidad de sustitución entre importables y no transables (μ). Esto sugeriría que el sector no transable no estaría obteniendo información que haga más precisa la estimación, así como que se identifica relativamente bien qué tan intensivo es el trabajo en el sector exportable y la sustitución entre importables y no transables por parte de los hogares.

Asimismo, el percentil rango relativo muestra resultados similares. Es así como los parámetros estimados con menor rango percentil relativo (entre 0,04 y 0,15) son ρ^r , α_x y μ . Y, los parámetros con mayor rango percentil relativo son α_{n2} , ρ^n y γ_1 , los cuales principalmente se relacionan al sector no transable, al igual que en las especificaciones previas.

Se complementa el análisis estadístico con las gráficas de las distribuciones a priori y a posteriori de los parámetros estimados. Se nota que los parámetros con mayor desplazamiento de sus distribuciones producto de la estimación son λ , κ , ρ_x , ϕ , α_{n1} y α_{n2} , lo que sugiere un gran aporte de los datos en estos parámetros ligados al sector externo y la estructura productiva. Así, una vez más, el rezago de la inversión extranjera se encuentra centrado en valores inferiores a los planteados en la distribución *prior* y una menor persistencia de los choques a los precios de exportación. Por el contrario, los costos de ajuste del capital doméstico tendrían un soporte más elevado en su distribución *posterior*.

Figura 5. Priors y posteriors - Especificación 3



Fuente: Elaboración propia (2025).

5.1.4 Estimación en la especificación 4 (modelo completo)

Respecto a la simetría de las distribuciones a posteriori de los parámetros estimados en esta especificación, aquellos parámetros con mayor proporción de valores extremos positivos son la participación del sector transable en la producción total (κ), la elasticidad

de la oferta de trabajo (ω), la persistencia del choque a la inversión extranjera (ρ^u), la inversa de la elasticidad de sustitución del consumo (γ) y la persistencia del choque a la tasa de interés internacional (ρ^r); lo que sugiere que existe una probabilidad significativa de que estos parámetros tomen valores más altos que la moda. En tanto, los parámetros con mayor asimetría positiva muestran una mayor concentración hacia valores bajos, pero con colas extendidas hacia valores altos, estos son: la participación del capital doméstico en el compuesto de capital del sector no transable (ψ_n), la persistencia del choque a los precios de exportación (ρ^p), los costos de ajuste del capital extranjero (ϕ') y la participación de las importaciones de consumo en las importaciones totales (γ_1).

Esto es relevante porque tres parámetros relacionados a la persistencia de choques exógenos aparecen como altamente asimétricos en términos comparativos; en particular, los choques a la inversión extranjera y la tasa de interés podrían tener efectos más duraderos que lo que indica su valor modal; en contraste, el choque a los precios de exportación podría estar por debajo de 0,721 con alta probabilidad. Estos resultados refuerzan la relevancia, resaltada a lo largo de la investigación, de los choques adicionales —distintos a los tradicionales choques a los precios de exportación— al sugerir que podrían terminar siendo más duraderos que lo previsto. En el contexto de economías emergentes, donde la vulnerabilidad externa es un tema central, esta evidencia justifica la inclusión explícita de estos choques en ejercicios de política económica y simulaciones de escenarios.

Respecto al coeficiente de variación de las distribuciones a posteriori de los parámetros, los resultados muestran que los dos parámetros con mayor incertidumbre relativa corresponden a persistencias de choques estructurales, como el de la productividad importable (ρ^m) y el de la inversión extranjera, seguidos de dos parámetros de propagación endógena relacionados a la estructura productiva de esta economía, tales como la participación de la producción exportable en la producción transable (α) y la participación del insumo importado en el compuesto de factores extranjeros del sector exportable (ψ_x). Esto es común en la estimación bayesiana, ya que refleja dos grandes desafíos: (i) la identificación limitada de choques específicos a partir de datos agregados, dado que las variables observables combinan los efectos de múltiples fuentes de perturbaciones y (ii) la dificultad de identificar parámetros relacionados con la estructura productiva sectorial, cuyos impactos en la dinámica macroeconómica suelen ser más sutiles o estar escondidos detrás de otros factores.

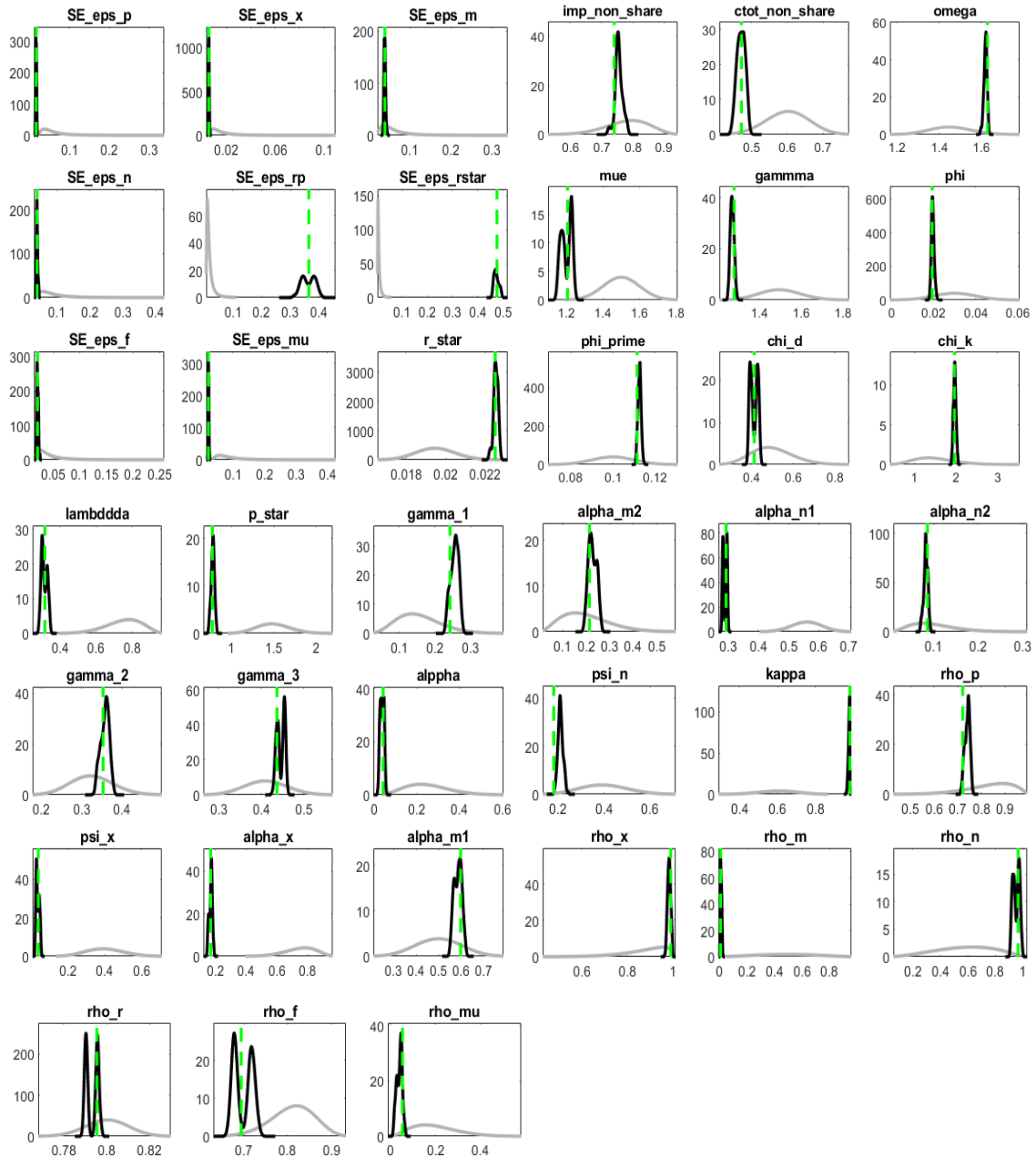
Por otro lado, algunos parámetros presentan coeficientes de variación notablemente bajos (entre 0,30 y 0,75), indicando una estimación relativamente precisa. En particular, destacan la persistencia del choque a la tasa de interés internacional (ρ^r) —lo cual resulta interesante dado que se trata de un parámetro relacionado a un proceso estocástico exógeno—, así como los parámetros relacionados a las preferencias, elasticidad de sustitución intertemporal (γ) e inversa de la elasticidad de la oferta laboral (ω). Los resultados de los dos últimos parámetros se explican porque estos afectan directamente el comportamiento de variables agregadas observables (consumo y producto), las cuales contienen suficiente variabilidad y dinámica en los datos utilizados; además, el planteamiento estándar del modelo con relaciones funcionales ampliamente aceptadas en la literatura refuerza la identificación de estos parámetros. Asimismo, la persistencia del choque de productividad en el sector exportable muestra una buena identificación, en contraste con la del sector importable que, como se comentó previamente, presenta elevada incertidumbre. Esta diferencia puede explicarse, en primer lugar, por la mayor importancia macroeconómica del sector exportador, cuyas fluctuaciones impactan de forma más visible en las principales variables agregadas observadas, como la balanza comercial; y en segundo lugar, a que los datos relacionados a exportaciones suelen ser más precisos y directos que los datos de importaciones, que pueden estar sujetos a mayor ruido estadístico o a mediciones menos exactas, dificultando la identificación de parámetros relacionados. Finalmente, también se encuentran entre los parámetros mejor estimados la tasa de interés internacional (r^*), los costos de ajuste del capital extranjero (ϕ') y la participación de la producción transable en la producción total (κ).

De manera complementaria, el percentil rango relativo confirma estos resultados. Los parámetros que exhibieron menor coeficiente de variación, como ρ^r , ρ^x , κ , γ , ω , r^* , ϕ' también presentan percentil rango relativo pequeño (entre 0,01 y 0,02), indicando una alta concentración de probabilidad y, por tanto, una estimación particularmente precisa. Asimismo, los parámetros que exhiben un mayor percentil rango relativo se encuentran relacionados a choques exógenos, en particular, son las persistencias de los choques a la inversión extranjera y a la productividad importable.

Finalmente, para complementar el análisis estadístico de las estimaciones, se presentan las distribuciones a priori y a posteriori de los principales parámetros. Este análisis gráfico refuerza los resultados obtenidos previamente mediante los indicadores de precisión y asimetría. En particular, se puede observar que los parámetros con una moda

posterior más alejada de la prior son $\psi_x, \alpha_x, \lambda, \sigma_\epsilon^{rp}, \sigma_\epsilon^{r*}, p^*$ y α_n , reflejando un gran aporte de los datos que, en general, ubica a estos parámetros muy por debajo de los valores propuestos inicialmente, con excepción de la volatilidad de los choques a la tasa de interés que resultó ser más alta.

Figura 6. Priors y posteriors – Especificación completa



Fuente: Elaboración propia (2025).

5.2 Comparación de especificaciones

En esta subsección, se muestra una comparación de los estadísticos más importantes que resultaron de la estimación bayesiana de parámetros del modelo DSGE presentado en el capítulo III; dichos resultados incluyen la moda, el percentil 5 y el percentil 95 de la distribución a posteriori para cada parámetro; así como la *marginal density* de la estimación conjunta, la cual utilizaremos como una medida de la bondad de ajuste del modelo a los datos observados. Asimismo, se comparan los grados de aprendizaje bayesiano entre especificaciones y se determina cuál es la especificación con el mejor a los datos a través del *Bayes factor*.

5.2.1 Comparación de modas a posteriori

En este apartado, se analiza cómo se ve afectada la moda a posteriori entre las distintas especificaciones, asimismo se observa cómo cambia el intervalo con 90% de probabilidad, de tal manera que podamos notar qué parámetros son sensibles a la inclusión de choques y sus respectivos mecanismos de transmisión.

Tabla 13. Distribución a posteriori de los parámetros

Parámetro	Especificación base			Especificación 2			Especificación 3			Especificación completa		
	Moda posterior	5%	95%	Moda posterior	5%	95%	Moda posterior	5%	95%	Moda posterior	5%	95%
r^*	0,019	0,019	0,020	0,019	0,018	0,021	0,019	0,018	0,021	0,023	0,022	0,023
$\frac{c^n}{p^n c^n}$	0,531	0,497	0,583	0,796	0,652	0,816	0,797	0,711	0,899	0,740	0,739	0,778
$\frac{p^n c^n}{c^{imp}}$	0,462	0,505	0,555	0,670	0,610	0,707	0,603	0,534	0,724	0,472	0,453	0,490
ω	1,813	1,810	1,874	1,351	1,248	1,457	1,316	1,082	1,434	1,631	1,608	1,633
μ	1,959	1,806	1,924	2,002	1,954	2,117	1,804	1,657	1,949	1,205	1,156	1,238
γ	0,958	0,953	1,029	1,590	1,587	1,773	1,482	1,303	1,655	1,280	1,256	1,286
ϕ	0,059	0,054	0,066	0,039	0,031	0,047	0,059	0,052	0,070	0,019	0,018	0,021
ϕ'	0,105	0,099	0,112	0,109	0,106	0,121	0,100	0,085	0,113	0,112	0,111	0,114
χ_d	0,700	0,580	0,728	0,415	0,364	0,570	0,342	0,264	0,533	0,413	0,387	0,437
χ_k	2,846	2,580	2,957	1,820	1,338	1,784	2,292	1,558	2,872	1,960	1,915	2,020
λ	0,124	0,107	0,203	0,234	0,251	0,394	0,134	0,107	0,188	0,315	0,290	0,340
p^*	2,088	2,052	2,206	0,554	0,554	0,599	0,737	0,626	0,878	0,777	0,748	0,816
γ_1	0,171	0,192	0,280	0,290	0,248	0,372	0,136	0,053	0,301	0,242	0,235	0,271
γ_2	0,218	0,210	0,260	0,273	0,237	0,308	0,321	0,234	0,428	0,353	0,338	0,373
γ_3	0,286	0,234	0,282	0,208	0,159	0,228	0,217	0,164	0,280	0,437	0,433	0,459
α	0,167	0,098	0,196	0,059	0,044	0,113	0,124	0,067	0,206	0,042	0,023	0,050
ψ_x	0,085	0,041	0,115	0,677	0,529	0,687	0,735	0,647	0,811	0,039	0,022	0,049
α_x	0,283	0,255	0,365	0,992	0,993	0,997	0,753	0,691	0,800	0,169	0,150	0,183
α_{m1}	0,782	0,762	0,817	0,591	0,543	0,619	0,568	0,512	0,617	0,599	0,559	0,613
α_{m2}	0,207	0,171	0,225	0,197	0,187	0,247	0,145	0,103	0,194	0,214	0,199	0,254
α_{n1}	0,467	0,408	0,448	0,256	0,256	0,271	0,328	0,256	0,364	0,293	0,280	0,298
α_{n2}	0,295	0,290	0,321	0,028	0,017	0,020	0,006	0,002	0,016	0,086	0,074	0,089

ψ_n	0,064	0,046	0,127	0,062	0,039	0,114	0,129	0,067	0,199	0,182	0,194	0,231
κ	0,877	0,866	0,934	0,048	0,038	0,081	0,146	0,095	0,234	0,980	0,969	0,980
ρ^p	0,980	0,928	0,986	0,903	0,870	0,951	0,822	0,730	0,883	0,721	0,723	0,757
ρ^x	0,996	0,933	0,998	0,469	0,391	0,554	0,536	0,405	0,630	0,991	0,973	0,996
ρ^m	0,669	0,591	0,745	0,491	0,408	0,599	0,475	0,251	0,616	0,006	0,002	0,018
ρ^n	0,415	0,397	0,474	0,228	0,059	0,365	0,297	0,097	0,622	0,965	0,915	0,984
ρ^f	-	-	-	0,721	0,707	0,783	0,804	0,786	0,821	0,795	0,789	0,796
ρ^r	-	-	-	-	-	-	0,762	0,687	0,848	0,694	0,670	0,728
ρ^μ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,053	0,016	0,055
<i>Desviaciones estándar de choques</i>												
$\sigma_{\epsilon_t^p}^2$	0,019	0,016	0,021	0,031	0,027	0,034	0,033	0,029	0,038	0,016	0,015	0,018
$\sigma_{\epsilon_t^x}^2$	0,006	0,005	0,007	0,020	0,018	0,023	0,018	0,016	0,021	0,005	0,005	0,006
$\sigma_{\epsilon_t^m}^2$	0,050	0,045	0,058	0,025	0,023	0,030	0,016	0,014	0,019	0,039	0,036	0,044
$\sigma_{\epsilon_t^n}^2$	0,034	0,031	0,040	0,045	0,041	0,052	0,042	0,036	0,185	0,040	0,038	0,043
$\sigma_{\epsilon_t^f}^2$	-	-	-	0,043	0,039	0,053	0,031	0,026	0,037	0,367	0,362	0,405
$\sigma_{\epsilon_t^{rp}}^2$	-	-	-	-	-	-	0,151	0,120	0,234	0,476	0,465	0,503
$\sigma_{\epsilon_t^{r^*}}^2$	-	-	-	-	-	-	0,228	0,182	0,356	0,020	0,019	0,024
$\sigma_{\epsilon_t^\mu}^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,021	0,020	0,024
Marginal density	-763,62			-588,51			-571,31			-31,17		

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los parámetros con mayor heterogeneidad en sus modas a posteriori son p^* , χ_k y κ , por lo que serían los menos robustos ante la inclusión de choques. Entre especificaciones, χ_k , μ y ρ_n son los parámetros cuyo intervalo al 90% abarcan mayores rangos de valores. Mientras que, entre los parámetros más robustos ante inclusión de choques, encontramos a r^* , ϕ y ϕ' , los cuales están principalmente relacionados a los costos de ajuste del capital.

Al analizar los parámetros relacionados a *choques exógenos*, notamos que las *persistencias* de los choques base son relativamente robustos ante inclusión de choques, ya que tienen menos heterogeneidad que parámetros como los mencionados p^* y χ_k , aunque no logran a ser tan robustos como r^* y los costos de ajuste del capital. Entre especificaciones, sus intervalos al 90% de probabilidad también son relativamente angostos, de los cuales la persistencia del choque a los precios de exportación es el más robusto y la persistencia del choque a la productividad no transable es el menos robusto.

Por el lado de las *desviaciones estándar* de los choques base, estos mantienen niveles similares en sus modas a posteriori ante la inclusión de los choques adicionales. Sus intervalos al 90% de probabilidad también son los menos sensibles entre todos los parámetros del modelo. Por su parte, las desviaciones estándar de los choques adicionales no son tan robustas entre las especificaciones que nos permiten realizar las comparaciones, a excepción de $\sigma_{\epsilon_t}^f$ en las especificaciones 2 y 3.

La última fila de la tabla 13 muestra las verosimilitudes marginales de las 4 especificaciones estudiadas, las cuales se analizarán en la subsección 5.2.3.

5.2.2 Aprendizaje bayesiano (*Reduction factor*)

Luego de haber analizado los diferentes valores obtenidos para la moda *posterior* de los parámetros, en esta subsección se evalúa, de manera más cuantitativa, la importancia que han tenido los datos en la estimación, a través de la cuantificación del grado de actualización bayesiana. El concepto de aprendizaje bayesiano lo analizamos previamente de manera cualitativa con la comparación gráfica de las distribuciones. La evaluación cuantitativa se realiza con el cálculo del *Reduction Factor* (RF).

En este trabajo, el término *Reduction Factor* (RF) hace referencia al ratio entre las varianzas *prior* y *posterior* de cada parámetro. Aunque este no tiene un nombre

formalmente establecido, su utilización ha sido ampliamente sugerida en la literatura de estimación bayesiana. Box y Tiao (1973) destacan el uso de métricas relacionadas con la reducción de varianza como indicador de cuánto ha aprendido el modelo gracias a los datos, Bernardo y Smith (1994) introducen la idea de comparar distribuciones a priori y a posteriori utilizando métricas como la varianza; y, finalmente Gelman et al. (2013) afirman que la reducción de incertidumbre debido a los datos es un indicador de la relevancia de estos.

Por tal motivo, se calculó el RF para cada parámetro obtenido en cada una de las especificaciones. Se requiere que este indicador sea mayor que 1 para concluir la existencia de aprendizaje bayesiano; sin embargo, mientras más alto sea el RF, mayor evidencia existe de la importancia de actualizar nuestras creencias a priori con evidencia empírica. Los resultados muestran niveles bastante altos de este indicador; sin embargo, existen parámetros que se desempeñan mejor dada la información que utilizamos.

En la especificación base, la gran mayoría de parámetros registran un RF elevado, indicando así, un gran nivel de reducción de varianza producto de la inclusión de los datos, ya que el 84,4% de los parámetros estimados registran aprendizaje bayesiano. En promedio, esta especificación registra un RF de 829,8, esto es evidencia del gran aporte empírico que tiene la utilización de variables para mejorar lo teórico. Asimismo, por parámetros: r^* , las desviaciones estándar de los choques y los costos de ajuste del capital doméstico son los que registraron mayores niveles de su RF. Sin embargo, aquellos con menor grado de aprendizaje bayesiano fueron χ_d , χ_k , γ_3 , p^* y α .

En la especificación 2, el 82,4% de los parámetros registran reducción de varianza producto de la estimación; es decir, un RF mayor que 1. Los parámetros con RF menor a 1 son γ , ϕ' , χ_k , γ_2 , γ_3 y ρ_n . Estos resultados indican que las variables observables utilizadas en la estimación no han aportado información relevante que permita reducir la incertidumbre acerca de estos parámetros. En contraste, los parámetros con mayor aprendizaje bayesiano son las desviaciones estándar de los choques, r^* , α_x y α_{n2} , estos 2 últimos están relacionados a estructuras productivas, por lo que es valioso notar que también se logra reducir la incertidumbre en dicho parámetros profundos del modelo. En promedio, esta especificación registra un RF de 1 020,0, ligeramente mayor a la especificación base.

Por su lado, en la especificación 3, en promedio, se registra un RF de 555,6, el cual es ligeramente menor a los obtenidos en las anteriores especificaciones. Aun así, el 83,8% de los parámetros presenta cierto grado de aprendizaje bayesiano. Entre los parámetros con mayor reducción de su varianza tras la estimación, también encontramos a la tasa de interés internacional libre de riesgo y a las desviaciones estándar de los choques, a los cuales se les suman los costos de ajuste de capital, indicando que este factor de producción obtiene ganancias del conjunto de información utilizado. Por otro lado, las elasticidades de la tasa de interés al nivel de deuda y al saldo de capital, así como la participación de la producción exportable en la producción transable no redujeron su incertidumbre respecto a las creencias a priori.

Por último, la especificación completa es la que obtiene mayor ganancia de usar datos para la estimación, ya que muestra un elevado nivel de actualización bayesiana con un RF promedio de 39 549,7. Asimismo, las distribuciones *posterior* de estos parámetros tienen la mayor proporción de su masa centrada en soportes reducidos, ya que el 94,9% de estos redujeron la incertidumbre, y además individualmente registran RF elevados. Las desviaciones estándar y las persistencias de los choques obtienen altas ganancias de los datos, así como la tasa de interés internacional, los costos de ajuste del capital y las estructuras productivas de los sectores exportable, importable y no transable. Mientras que, los únicos parámetros que no obtuvieron ganancias de la estimación fue la elasticidad de la tasa de interés al nivel de deuda y la volatilidad del choque a la preferencia de inversionistas extranjeros.

Entre especificaciones, los parámetros que son mejor identificados al incluir mecanismos de transmisión, dado el conjunto de información, son básicamente los mencionados, que están relacionados a los choques exógenos, tanto en sus persistencias como en sus desviaciones estándar, así como los relacionados a las estructuras productivas de algunos sectores como el exportable y el no transable. En general, con la especificación completa, la gran mayoría de parámetros registra un mayor RF con respecto a las otras 3 especificaciones. En ese sentido, destacan las mejoras en la reducción de la incertidumbre de los parámetros profundos de las preferencias de los hogares, ya que suelen ser parámetros complicados de identificar con datos agregados.

Tabla 14. Comparación de los *Reduction Factor* entre especificaciones

Parámetros	Especificación Base	Especificación 2	Especificación 3	Especificación completa
r^*	13 777,4	8 117,2	8 573,5	1 371 371,1
$\frac{c^m}{p^n c^n}$	1,8	3,7	3,6	45,9
$\frac{p^n c^n}{c^{imp}}$	7,0	10,8	3,7	138,5
ω	2,1	2,4	1,2	49,2
μ	2,8	3,6	1,8	50,9
γ	4,4	0,3	1,2	222,2
ϕ	940,3	37,6	408,9	20 888,9
ϕ'	83,3	0,0	145,9	8 771,7
χ_d	0,0	1,2	0,0	0,0
χ_k	0,0	0,2	0,0	1,8
λ	2,1	5,0	4,3	38,5
p^*	0,6	34,2	2,0	20,4
γ_1	5,1	7,2	1,7	148,7
γ_2	6,8	0,2	3,0	66,7
γ_3	0,1	0,2	0,1	3,7
α	0,1	21,6	0,1	1,2
ψ_x	24,9	101,9	3,9	267,3
α_x	245,2	6 154,9	228,1	3 634,7
α_{m1}	9,2	82,9	9,6	79,0
α_{m2}	40,2	12,1	58,0	326,6
α_{n1}	12,7	66,1	3,1	297,5
α_{n2}	10,3	3 894,3	119,0	141,3
ψ_n	1,0	18,0	1,5	4,6
κ	6,1	51,5	5,2	892,6
ρ^p	6,3	25,6	4,1	55,2
ρ^x	1,7	4,8	2,1	115,9
ρ^m	2,0	2,9	0,8	484,6
ρ^n	4,3	0,3	0,4	37,4
ρ^f	-	4,6	1,1	18,3
ρ^r	-	-	22,8	4 292,8
ρ^μ	-	-	-	26,7
$\sigma_{\epsilon_t^p}^2$	951,1	2 213,9	1 619,1	9 501,9
$\sigma_{\epsilon_t^x}^2$	7 925,0	8 427,8	4 610,3	97 519,8
$\sigma_{\epsilon_t^m}^2$	617,5	2 534,1	4 217,7	1 848,9
$\sigma_{\epsilon_t^n}^2$	1 863,0	809,8	456,3	12 882,1
$\sigma_{\epsilon_t^f}^2$	-	2 027,4	8,6	1 156,2
$\sigma_{\epsilon_t^{rp}}^2$	-	-	23,0	236,7
$\sigma_{\epsilon_t^{r^*}}^2$	-	-	10,2	0,7
$\sigma_{\epsilon_t^\mu}^2$	-	-	-	6 800,0
Promedio	829,8	1 020,0	555,6	39 549,7
% >1	84,4	82,4	83,8	94,9

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estos resultados cuantitativos respaldan los gráficos mostrados en la anterior subsección, de tal manera que se pueda concluir con expresiones numéricas los beneficios que se consiguen al estimar los parámetros de un modelo teórico y no necesariamente tomar las calibraciones de la literatura que surgen de contextos variados. Con el objetivo de caracterizar particularmente las dinámicas de una economía como la peruana, resulta bastante útil este proceso de estimación.

5.2.3 Ajuste del modelo a los datos (*Bayes factor*)

Como sostienen Herbs y Schorfheide (2016) la densidad marginal (o verosimilitud logarítmica) de los datos juega un rol muy importante en la selección bayesiana de modelos; pues, esta es utilizada para transformar las probabilidades a priori del modelo en probabilidades a posteriori¹⁶. En ese sentido, podemos utilizar dicha verosimilitud para comparar las diferentes especificaciones del modelo DSGE para una SOE que se ha detallado en este trabajo.

Tal y como se comenta en la sección 4.3.1, es necesario recurrir a una aproximación numérica de la *marginal likelihood*, pues la forma analítica de esta no se encuentra disponible. Basándonos en la discusión realizada en esa sección, se optó por utilizar el logaritmo del conocido estimador de **Media Armónica Modificada (MHM en inglés)**, ya que este se basa en las ideas de Sims et al. (2008) y representa una mejora al trabajo de Geweke (1999), al ajustar los pesos en función de la distancia a la moda para mejorar la estabilidad numérica y la eficiencia del estimador.

Por otro lado, la comparación formal de modelos se realizó a partir del cálculo del *Bayes Factor*¹⁷, el cual según Kass y Raftery (1995) es un resumen de la evidencia provista por los datos a favor de la especificación de un modelo teórico respecto a otro. Para estar en línea con la terminología utilizada en esa literatura, cada especificación del modelo (M_j) será etiquetada con un número ($j = 1, 2 \dots, 4$). Como se ha estado comentando, se cuenta con 4 especificaciones, a las cuales evaluaremos su desempeño relativo, dados los datos.

¹⁶ Para más detalle revisar la sección 4.3.

¹⁷ Definido analíticamente en la subsección 4.3.2.

Con las verosimilitudes marginales calculadas en el proceso de estimación y presentadas previamente en la tabla 13, se realiza el cálculo de los *Bayes Factor* (BF). Se realizará la comparación de la especificación completa en contra del resto de especificaciones; ya que, fue aquella la que obtuvo la mayor *marginal density*. Es así como, dado el conjunto de información de variables observables utilizadas, el BF calculado contra la especificación base se aproxima a infinito, el calculado en comparación contra la especificación 2 es 1,1E+242 y el obtenido al comparar con la especificación 3 es 3,8E+234. De ello, se puede concluir que la inclusión de mecanismos de transmisión contribuye al ajuste del modelo a los datos.

En ese sentido, también es importante notar que la inclusión progresiva de cada mecanismo sigue aportando al ajuste del modelo. Esto se identifica a través del mayor BF que se obtiene respecto a la especificación base y, seguidamente, respecto al mayor BF calculado contra la especificación 2 al compararlo con el BF asociado a la especificación 3. Es decir, la inclusión, en primer lugar, del choque a los precios de importación genera mejoras. Posteriormente, la inclusión de choques a la tasa de interés internacional también mejora el ajuste del modelo, aunque en una proporción relativamente pequeña. Finalmente, la inclusión del choque a la inversión extranjera genera un muy buen ajuste del modelo, dejando claro que un planteamiento teórico con la mayor cantidad de mecanismos que describan la dinámica de los datos de una economía contribuye a conseguir mejores resultados.

Esto también nos permite concluir que existe evidencia fuerte sobre la relevancia de la naturaleza de los datos utilizados para estimar los parámetros del modelo. Por tanto, la elección de las variables que conformarán el vector de observables Y en la estimación es clave.

Tabla 15. *Bayes Factor* a favor de la especificación completa

Especificación	Hipótesis	Símbolo	<i>Bayes Factor</i>
Base	H_1	\widehat{BF}_{41}	+ Inf
2	H_2	\widehat{BF}_{42}	1,1E+242
3	H_3	\widehat{BF}_{43}	3,8E+234
Completa	H_4	\widehat{BF}_{44}	1,0E+00
Especificación con mejor ajuste			Completa

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3 Análisis de las funciones de impulso respuesta

En esta subsección se describen los mecanismos de transmisión a través de los cuales los choques de la especificación base y los choques adicionales considerados en cada una de las especificaciones alternativas afectan a la cuenta corriente (ca_t) y sus componentes (tb_t , int_t y $util_t$). Para ello, se presenta la mediana, el percentil 5 y el percentil 95 de la distribución a posteriori de las funciones de impulso respuesta de las cuatro variables antes mencionadas, obtenidas al estimar la especificación 4 (modelo completo) con el conjunto de 14 observables, descrito en la subsección 4.1. Adicionalmente, se muestran los mecanismos de afectación hacia las principales variables del sector real.

5.3.1 Choque a la productividad del sector exportable

Ante un choque positivo a la *productividad exportable*, se registra un incremento inicial de la producción de este sector en una magnitud levemente menor que el de A^x . Consecuentemente, ocurre un aumento de la productividad marginal de los factores de producción utilizados, que genera cambios en los precios y cantidades de equilibrio de estos: (i) aumento de la cantidad demandada de insumos importados, (ii) incremento del salario exportable y, (iii) una caída moderada del gasto en inversión que ocasiona una posterior caída del capital del sector.

Las caídas en la inversión y el capital se explican por 3 razones:

- Presencia del rezago de Koyck en la inversión del sector: Esto hace que los ajustes en la inversión ocurran lentamente y se distribuyan en el tiempo. Por tanto, cualquier aumento en la inversión se difiere en sucesivos periodos, haciendo que la inversión inicial no reaccione completamente al choque.
- Costos de ajuste del capital extranjero: Estos costos, en combinación con el rezago de Koyck, amplifican la inercia de la inversión, causando una respuesta más gradual. La inversión no solo se ve limitada por los costos de ajuste, sino que también el efecto Koyck induce una respuesta rezagada, lo cual puede traducirse en una caída inicial o una respuesta débil.
- Incentivo para retener capital: Dado el rezago en la respuesta de la inversión, puede existir un incentivo temporal para no incrementar inmediatamente el

capital. La firma podría esperar hasta que el ajuste gradual le permita evaluar el retorno neto luego de los costos de ajuste y los rezagos, generando la percepción de una caída inicial.

En los periodos posteriores, el gasto en inversión empieza a recuperarse, en tanto, la inversión efectiva continúa cayendo hasta el trimestre 4, momento en el que toma la misma senda que el gasto en inversión. Estas dinámicas generan que el capital continúe cayendo por 14 trimestres más, para luego recuperarse a un ritmo moderado. La caída del capital exportable revierte el incremento de la producción del sector, efecto que es amplificado por el retorno de la cantidad de factores productivos a su nivel de estado estacionario, a medida que el choque se disipa. La mayor producción exportable impulsa inicialmente las exportaciones, las cuales retornan luego al estado estacionario, siguiendo la evolución de la producción del sector.

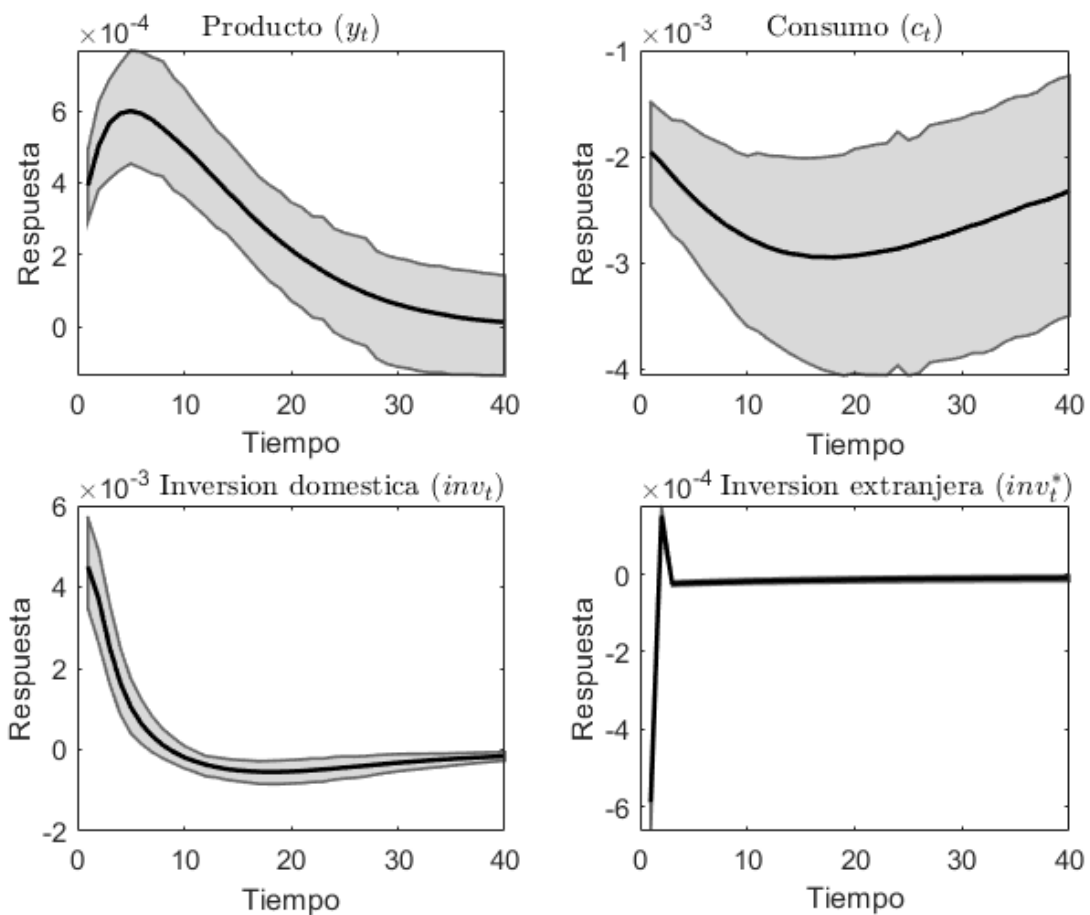
La gran caída de la inversión directa extranjera —que tiene lugar en los periodos iniciales— presiona al alza la tasa de interés del capital extranjero como un mecanismo de suavizamiento que tiene como objetivo frenar dicho flujo. Esta respuesta de la tasa de interés extranjera afecta al sector no transable —el cual utiliza dicho capital como insumo— presionando al alza el precio de estos bienes (p^n) y el precio de la canasta de bienes de consumo (p^c). Los cambios en estos precios alteran tanto las decisiones intertemporales de consumo y ahorro como las intratemporales de consumo y ocio, expandiendo los efectos de este choque hacia el sector importable.

En primer lugar, el incremento de p^c y la senda prevista de este índice por parte de los agentes —dada la evolución esperada de la inversión y el capital extranjeros— ocasiona dos efectos: (i) ingreso negativo sobre el consumo y el capital y (ii) sustitución negativo sobre el consumo y positivo sobre el capital. Por su parte, el incremento de p^n impulsa el valor del producto marginal de los demás factores productivos y; por consiguiente, la demanda de estos por parte de las firmas del sector, teniendo como resultado un aumento contemporáneo del salario y de la tasa de interés del capital doméstico en el sector no transable. Dado el incremento de p^c , el salario real del sector no transable se reduce levemente, generando otros dos efectos: (i) ingreso negativo sobre el consumo y el ocio y (ii) sustitución negativo sobre el consumo y positivo sobre el ocio.

La estimación de parámetros permitió obtener distribuciones a posteriori cuyo soporte para la elasticidad de sustitución intertemporal del consumo se encuentra por debajo de

1 y el de la elasticidad de sustitución intratemporal del trabajo por encima de 1. Por tanto, el consumidor es reacio a sustituir consumo hoy por consumo mañana, pero se encuentra más dispuesto a sustituir ocio por consumo en el periodo presente. Esta configuración de parámetros genera que, ante la caída del salario real, las familias reduzcan levemente su consumo e incrementen aún en menor magnitud la inversión para formar capital del siguiente periodo —que se encuentra exclusivamente destinado al sector importable—. En el periodo actual, dada la reducción del salario real, el consumidor debe justificar no haber reducido su consumo lo suficiente, reduciendo en mayor proporción el ocio, y por consiguiente incrementando el trabajo.

Figura 7. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad exportable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Dentro de la canasta de consumo, dado que los percentiles 5 y 95 de la distribución de la elasticidad de sustitución entre importables y no transables son 0,44 y 0,46, respectivamente, el efecto ingreso negativo de un mayor IPC prima, generando una caída

en ambos bienes. No obstante, dado el incremento de p^n , la caída de consumo no transable es superior a la del consumo importable. Por el lado de la producción, la mayor cantidad de capital importable, de insumos y de trabajo descrita en los párrafos previos, incrementa el producto de los dos sectores cuya producción se destina al consumo local. La combinación de ambos efectos genera una reducción de las importaciones de consumo, que, sumada a la evidente caída de las importaciones de capital, generan una reducción de las importaciones totales, pese a las mayores importaciones de insumos.

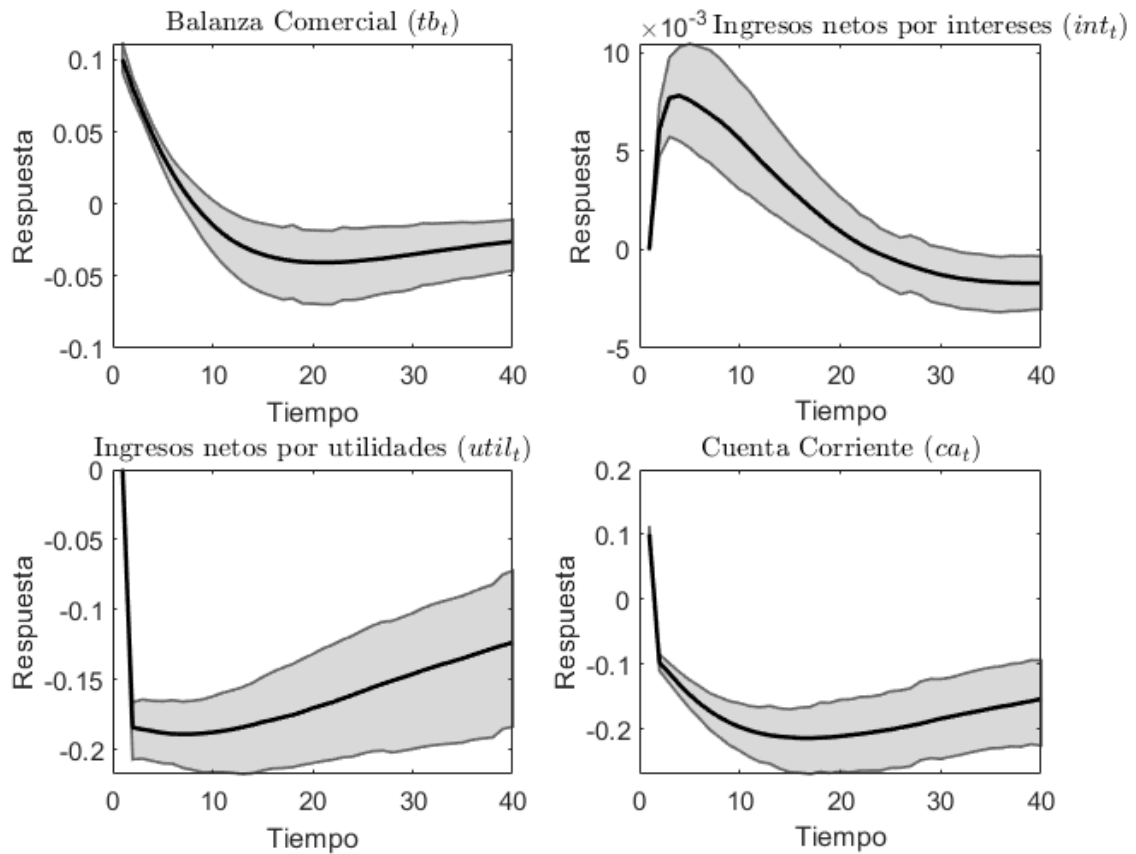
En resumen, el choque de productividad exportable genera un aumento de las exportaciones junto con una caída de las importaciones, que mejora el resultado de la balanza comercial, ejerciendo una presión superavitaria sobre el saldo en cuenta corriente. El canal de transmisión descrito hace referencia a lo que, empíricamente, se llamó **absorción doméstica** en la tabla 5 y figura 2.

El incremento en la disponibilidad de recursos transables generado por la menor absorción doméstica supera a la caída del financiamiento externo recibido bajo la forma de IDE, reduciendo inicialmente la deuda del país, la prima por riesgo y la tasa de interés de los bonos. El impacto positivo sobre dichas variables alcanza su máximo unos pocos periodos después de ocurrido el choque, a partir de ese punto empieza a retornar a su nivel de largo plazo. Esta evolución se encuentra en línea con la acelerada reversión de la producción exportable y la moderada recuperación de la IDE que, en conjunto, determinan el punto en que los activos externos netos empiezan a reducirse. Estas dinámicas generan menores pagos por intereses y un aumento de los ingresos netos por este concepto en los primeros periodos. Así, los ingresos netos por intereses tienen un comportamiento similar al de los activos externos netos en el periodo de estudio.

A pesar de la gran caída inicial y lenta recuperación del capital extranjero en el sector exportable, la expansión en los primeros periodos del capital utilizado en el sector no transable, y la reversión moderada de este al estado estacionario, hacen que el capital extranjero total que recibe la economía también disminuya, pero que se recupere antes. Estos desvíos del capital extranjero respecto al nivel de equilibrio activan el componente endógeno de determinación de la tasa de interés, haciendo que esta tenga una evolución opuesta, pero de mayor magnitud, que el saldo de capital. Lo anterior responde a los resultados de la estimación bayesiana para la distribución a posteriori del parámetro que regula dicho mecanismo (χ_k), cuyos percentiles 5 y 95 son 1,92 y 2,02, respectivamente.

Así, en los periodos iniciales, el incremento de la tasa de renta pagada por el uso del capital incrementa los egresos por utilidades; luego, estos egresos vuelven a reducirse siguiendo la evolución de la tasa de interés del capital extranjero.

Figura 8. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad exportable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además del impacto sobre la absorción doméstica, el choque a la productividad exportable genera inicialmente una expansión de los egresos por utilidades y un incremento de los ingresos netos por intereses, que luego se revierten. La caída del ingreso neto por utilidades supera a la mejora del ingreso neto por intereses, dando como resultado una caída del ingreso primario, que ejerce presiones deficitarias sobre la cuenta corriente. El canal de transmisión descrito hace referencia a lo que, empíricamente, se llamó **rendimiento pagado por pasivos externos** en la tabla 5 y la figura 2.

Finalmente, la respuesta inmediata de la cuenta corriente al choque es explicada únicamente por la balanza comercial; por ello, se observa que ambas aumentan en la

misma magnitud en el periodo 1. Sin embargo, en el siguiente periodo el efecto contractivo sobre el ingreso primario tiene mayor preponderancia que el de la balanza comercial haciendo que la cuenta corriente disminuya y llegue a niveles que se encuentran incluso por debajo del nivel de estado estacionario. El retorno al equilibrio está marcado por la evolución del ingreso primario, favoreciendo la importancia de los egresos por utilidades sobre los intereses.

Estos resultados presentan evidencia a favor de diferenciar entre los conceptos de balanza comercial y cuenta corriente, sugiriendo que estas podrían comportarse de manera muy similar solo en el corto plazo. Al hacer una evaluación de mediano plazo, los efectos sobre flujos financieros y de factores productivos cobran más importancia que los flujos comerciales en la determinación de la cuenta corriente; y, por tanto, no pueden ser ignorados si se quieren comprender de manera precisa y sólida las dinámicas externas.

5.3.2 Choque a la productividad del sector importable

Ante un choque positivo a la *productividad importable*, la producción de este sector se incrementa en la misma magnitud que el choque. Automáticamente, se produce un aumento de la productividad marginal de los factores utilizados para producir bienes importables, hecho que genera presiones al alza sobre la demanda de trabajo, del insumo importado y del capital doméstico. La respuesta de las cantidades de equilibrio de cada factor productivo dependerá de las características de la oferta y otras particularidades relacionadas a la residencia de esta.

En el caso del trabajo, la oferta es inelástica (el trabajo del sector es fijo), por tanto, las presiones de demanda son absorbidas por un mayor salario de equilibrio. En relación con el insumo importado, el precio es determinado en los mercados internacionales, entonces la empresa puede utilizar cualquier cantidad adicional de este sin afectar el pago que realiza por cada unidad. El nuevo equilibrio implica una mayor cantidad del insumo en el sector importable transado al mismo precio (p^*). Finalmente, la oferta de capital — que proviene de los hogares— tiene pendiente positiva ocasionando incrementos tanto en la tasa de interés como en la cantidad de capital.

En términos de las decisiones de los hogares, esto último implica que estos agentes deben incrementar su inversión en el periodo actual para formar más capital para los siguientes periodos, de manera que puedan aprovechar al máximo el impacto expansivo del choque,

el cual esperan que se disipe rápidamente, dada su baja persistencia. Cabe resaltar que la respuesta de la inversión del sector importable ante este choque difiere ampliamente de la respuesta de la misma variable en el sector exportable ante el choque a la productividad exportable, pues el capital doméstico no cuenta con rezagos que limitan la conversión del gasto en inversión en capital efectivo y los costos de ajuste asociados son significativamente menores¹⁸.

Asimismo, debemos notar que el incremento en la cantidad de equilibrio de los factores productivos genera un aumento adicional del producto importable en el periodo inicial (por encima de A^m). Del mismo modo, las dinámicas de la inversión y el capital generan que los efectos positivos sobre la producción de importables sean más duraderos (aproximadamente hasta el periodo 16) que el choque mismo, el cual se revierte completamente en el periodo 9.

Las magnitudes de los aumentos de capital doméstico y la tasa de interés local dependen de las decisiones de consumo y ahorro que realizan los agentes ante cambios en los precios relativos e involucran interacciones con el sector no transable. Si el sector importable es más productivo, entonces es capaz de producir bienes importables a un menor costo, haciendo que estos bienes sean más baratos, en términos relativos, que los no transables ($\uparrow p^n$). El incremento de p^n aumenta el valor del producto marginal y, en consecuencia, la demanda de los factores productivos que usa el sector, presionando al alza, tanto precios como cantidades, de trabajo, insumo importado, capital doméstico y capital extranjero.

Al igual que lo ocurrido en el sector importable, el equilibrio depende de la oferta y el mecanismo de determinación de precios. Dada la exogeneidad del precio del insumo importado, el resultado es una mayor cantidad de este; en tanto, dada la inelasticidad del capital doméstico el resultado es una mayor tasa de interés del capital doméstico no transable. En el caso del capital extranjero, ocurre un incremento tanto en la tasa de interés como en el *stock* de capital destinado al sector. Por último, el salario aumenta por las presiones de demanda y el resultado en equilibrio del trabajo depende de las decisiones de consumo y ahorro, así como de las elasticidades de sustitución intra e intertemporales.

¹⁸ Ver los resultados de la estimación de los parámetros de costos de ajuste del capital doméstico y extranjero en la tabla 13.

Para analizar correctamente estas decisiones debemos considerar las respuestas de dos precios nominales clave: la tasa de interés del capital doméstico (r^k) y el índice de precios de la canasta de consumo (p^c). Si bien r^k aumenta inicialmente, en el periodo 2 exhibe una gran caída y a partir del periodo 4 empieza a recuperarse lentamente. Por su parte, p^c muestra una tendencia creciente hasta alcanzar su máximo en el periodo 6, para luego empezar a converger hacia su valor de largo plazo. Esto determina un aumento contemporáneo del rendimiento real del capital doméstico, que empieza a reducirse en el tiempo hasta alcanzar el estado estacionario.

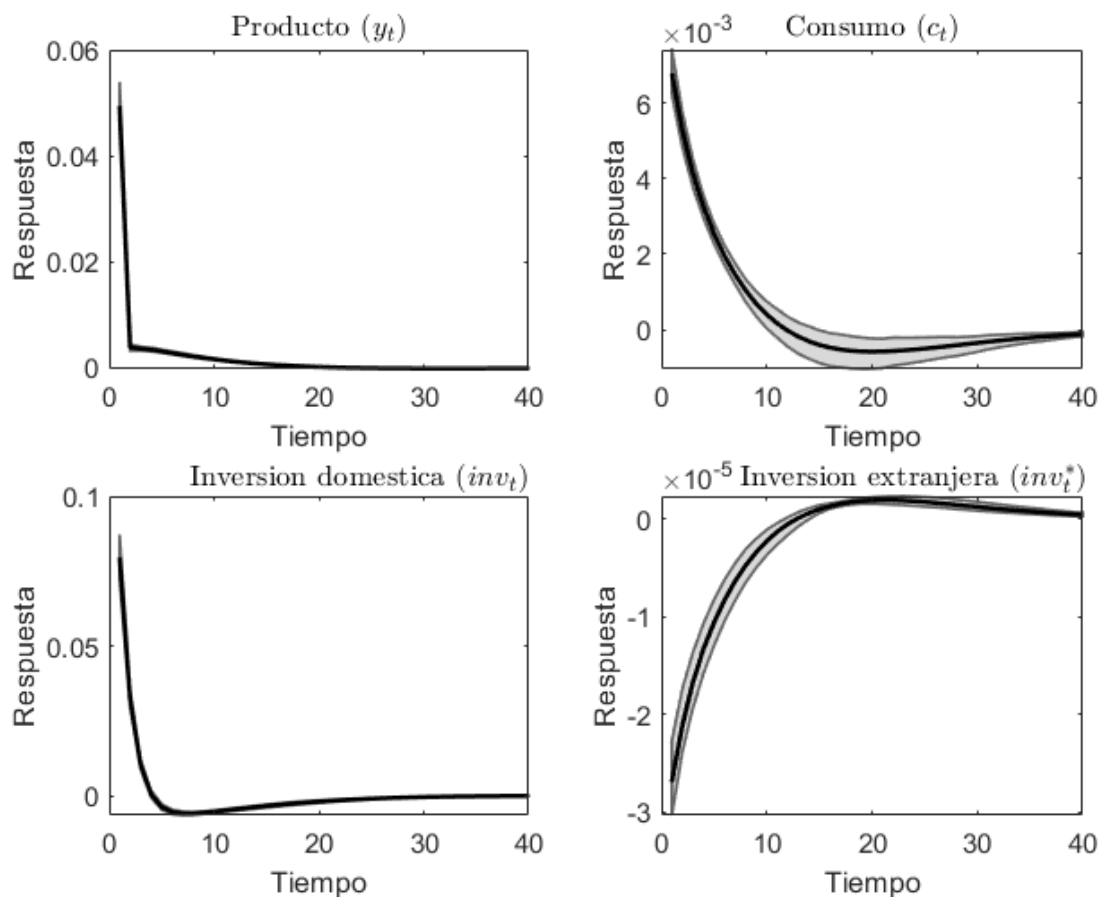
El mayor rendimiento real del capital doméstico genera los siguientes efectos sobre las decisiones intertemporales de las familias: (i) efecto ingreso positivo sobre el consumo y el capital y (ii) efecto sustitución negativo sobre el consumo a favor del capital. El efecto total sobre el capital; y, por tanto, sobre la inversión es evidentemente positivo; sin embargo, el efecto total sobre el consumo no es claro. Sin embargo, la estimación del parámetro γ —que determina la inversa de la elasticidad de sustitución intertemporal— muestra que las familias evitan fluctuaciones grandes en el consumo a lo largo del tiempo, haciendo que el efecto sustitución sea pequeño en comparación con el efecto ingreso. Estos efectos son reforzados por el efecto ingreso positivo proveniente de la mayor producción, dado el incremento de los productos importables, que termina determinando un aumento pequeño del consumo¹⁹. La evolución del rendimiento real ocasiona la senda decreciente del consumo en los siguientes periodos, por el mismo mecanismo explicado en este párrafo, pero en sentido opuesto.

Por su parte, el incremento del salario por las presiones de la demanda supera al incremento de p^c , haciendo que el salario real del sector no transable aumente. Lo anterior genera: (i) efecto ingreso positivo sobre el consumo y el ocio y (ii) efecto sustitución negativo sobre el consumo a favor del ocio. Como ya se mencionó en la sección previa, la elevada elasticidad de sustitución intratemporal hará que el ocio se incremente significativamente en comparación al consumo; pues el consumidor debe justificar no haber aumentado su consumo lo suficiente ante mayores recursos disponibles. En consecuencia, ocurre una caída del trabajo que pospone el aumento de la producción no transable para los siguientes periodos.

¹⁹ La forma en cómo el consumidor distribuye este aumento entre importables y no transables depende de la elasticidad de sustitución $\frac{1}{1+\mu}$, cuyo mecanismo ya se discutió en el choque previo.

El incremento de la tasa de interés del capital extranjero, debido a las presiones de demanda provenientes del sector no transable, hace que sea más costoso el uso de este insumo en el sector exportable, el cual no ha visto incrementar ni su productividad ni sus precios. Por tanto, para compensar ese mayor costo, demandan un menor nivel de capital que requiere una reducción inicial de mayor magnitud en la inversión extranjera de este sector, dada la presencia de rezagos y elevados costos de ajuste. Luego de esta gran contracción inicial, la inversión exportable se recupera, pero el capital continúa cayendo para iniciar su recuperación recién en el trimestre 10. Asimismo, este choque genera una mayor asignación del insumo importado en este sector y una menor asignación para el sector exportable. La combinación de ambos efectos ocasiona una reducción de la producción exportable que se prolonga hasta el mismo trimestre en el que inicia la recuperación del capital.

Figura 9. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad importable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

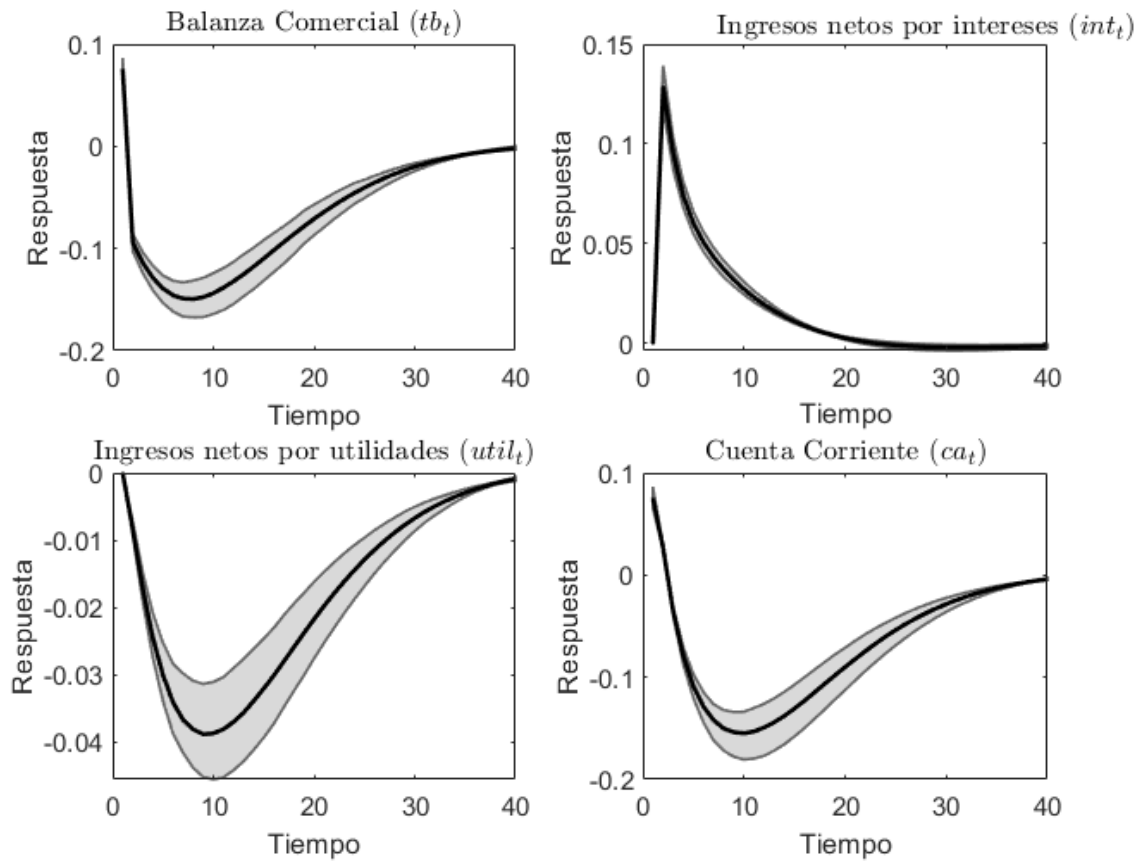
Respecto a los flujos comerciales externos, tenemos que el aumento de la producción importable es mayor que el incremento del consumo de estos bienes, por el mecanismo de suavizamiento del consumo descrito previamente, dinámica que produce una disminución de las importaciones de consumo. Asimismo, la menor inversión en el sector exportable debido a la menor demanda de capital extranjero reduce las importaciones de capital. La caída en las importaciones de consumo y de capital supera el aumento de las importaciones de insumos, ocasionando una reducción de las importaciones que mejora inicialmente el saldo de la balanza comercial. La caída inicial de las exportaciones a causa de la menor producción exportable compensa parcialmente la contracción de las importaciones.

Mientras dura el choque positivo a la productividad importable, los efectos descritos continúan operando y la producción exportable continúa cayendo, hecho que genera un impacto negativo sobre las exportaciones. Esta dinámica revierte por completo el impacto positivo inicial que la caída de las importaciones tuvo sobre la balanza comercial. En esa misma línea, la recuperación de las importaciones, a medida que los efectos del choque se van disipando, amplifica el deterioro de la balanza comercial, haciéndola llegar a niveles inferiores que los del estado estacionario.

Al igual que en el choque a la productividad exportable, tenemos una reducción inicial de la **absorción doméstica** que favorece la balanza comercial. Sin embargo, los distintos mecanismos que operan en este caso hacen que la recuperación de esta sea más pronunciada y acelerada, ocasionando una caída notable de la balanza comercial. Estos impactos se trasladan en el mismo sentido hacia la cuenta corriente.

El aumento del saldo de activos externos netos —debido a mayores ingresos y a la mejora de la balanza comercial— en combinación con la caída de la prima por riesgo y la tasa de la deuda, generan un gran aumento de los ingresos netos por intereses, que luego se revierte, siguiendo de cerca la evolución del saldo neto de activos y la tasa pagada por estos. En tanto, el incremento inicial de la renta pagada por el capital extranjero es reforzado por el mecanismo de estabilización, ocasionando una caída de los ingresos netos por utilidades. La reversión un poco más acelerada en términos relativos de los ingresos netos por intereses respecto a la recuperación de los ingresos netos por utilidades ocasiona un ligero deterioro del ingreso primario.

Figura 10. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad importable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Finalmente, la respuesta contemporánea de signo positivo observada en la cuenta corriente es explicada únicamente por la menor absorción doméstica. Sin embargo, en los siguientes periodos, el mayor ***rendimiento neto pagado por pasivos externos*** amplifica la caída de la cuenta corriente, haciéndola ligeramente mayor que la balanza comercial. Luego, la evolución opuesta de los intereses y las utilidades minimiza el impacto de la renta de factores sobre la cuenta corriente, haciendo que el retorno de esta al equilibrio esté determinado básicamente por la dinámica de la balanza comercial.

Los resultados muestran que, si bien la cuenta corriente sigue una trayectoria similar a la balanza comercial en los primeros y últimos trimestres del periodo analizado, en los trimestres intermedios, la renta de factores actúa como un amplificador. Dentro de esta categoría se observan dinámicas internas opuestas que vale la pena distinguir, a pesar de no tener grandes cambios en agregado. Por otro lado, en el caso del choque al sector importable, el menor peso que tiene ***el rendimiento pagado por pasivos*** se explica porque

este sector no está estrechamente vinculado al financiamiento externo, al no recibir inversión extranjera directa (IDE). Esto contrasta con el caso del choque al sector exportable, donde dicho componente tiene un mayor peso y amplifica el ajuste externo.

5.3.3 Choque a la productividad del sector no transable

Ante un choque positivo a la *productividad no transable*, ocurre un incremento inmediato de la producción del sector; pues, el mismo choque implica que, con igual cantidad de factores, se produce una mayor cantidad de bienes. La abundancia de productos no transables ocasiona una reducción en su precio relativo (p^n) a los importables. El efecto sobre el precio supera al de la productividad, ocasionando una caída del valor del producto marginal; es decir, de la demanda de estos insumos. Como ya se explicó en las secciones previas, las características particulares de los mercados en los que estos operan son los que finalmente determinan el resultado en equilibrio de los periodos iniciales, el cual consiste en: (i) una menor cantidad del insumo importado; (ii) una caída de la renta del capital doméstico no transable; (iii) una reducción del capital extranjero y de su tasa de interés; y, por último, (iv) una caída del empleo acompañada de un aumento del salario.

Los dos factores de producción que tienen elementos fijos en su oferta y/o demanda; y, que, por tanto, solo generan respuestas, o bien del precio, o bien de la cantidad son: el insumo importado y el capital doméstico destinado al sector transable. En el primer caso, la determinación internacional del precio del insumo importado implica que es posible demandar una menor cantidad al mismo precio. En el segundo caso, el hecho de que la oferta de capital sea completamente inelástica ocasiona presiones a la baja sobre la tasa de interés, en tanto, el capital doméstico usado en el sector se mantiene fijo. Las dinámicas internas que tienen lugar en la determinación del nuevo equilibrio de los dos factores restantes (capital extranjero y trabajo) son complejas e implican interacciones con otros sectores y con las decisiones intertemporales de las familias, por tanto, cada componente de tales dinámicas se explica con mayor detalle en los párrafos siguientes.

En primer lugar, debemos considerar que lo que ocurre con el saldo de capital extranjero de toda la economía depende de cómo la caída del valor del producto marginal de este en el sector no transable afecta al otro sector que recibe IDE: el sector exportable. En los periodos iniciales, dicha caída presiona a la baja tanto cantidades (k^{n*}) como tasas de interés, desviando la IDE del sector no transable hacia el sector exportable, el cual

demanda más capital con el fin de reducir el valor de su producto marginal y recuperar así la equivalencia con la tasa de interés (condición de optimalidad). Para atender los mayores requerimientos de capital, el gasto en inversión se incrementa en el periodo actual para luego reducirse gradualmente a medida que los efectos del choque van desvaneciéndose. Cabe notar que, si bien la expansión inicial de la inversión efectiva es de menor magnitud, esta dura un periodo más antes de adoptar la evolución del gasto en inversión, en línea con los altos costos de ajuste y la presencia de rezagos. Estas dinámicas permiten que el stock de capital continúe incrementándose por 10 trimestres más para que luego tome una tendencia descendente hacia su valor de largo plazo.

La expansión inicial de capital utilizado en el sector exportable es de mayor magnitud que la caída de aquel demandado por el sector no transable, ocasionando que el capital extranjero total se incremente y empiece a retornar hacia el equilibrio a partir del periodo 3. Estas fluctuaciones activan el mecanismo de estabilización de la tasa de interés, haciendo que esta siga una dinámica opuesta —descendente en los primeros periodos—, pero de mayor magnitud, en línea con el elevado soporte de la distribución a posteriori de la elasticidad χ_k .

En segundo lugar, la caída de los precios no transables ocasiona una reducción del IPC que se intensifica en los 5 trimestres siguientes, empezando luego una lenta recuperación. El menor precio de la canasta de consumo en los periodos iniciales, en comparación con la recuperación prevista a lo largo del horizonte de análisis, ocasiona 2 efectos opuestos: (i) un efecto ingreso positivo sobre el consumo de hoy y el consumo de los periodos siguientes (la inversión de hoy) y (ii) un efecto sustitución positivo sobre el consumo y negativo sobre el gasto en inversión. El efecto sustitución supera al efecto ingreso ocasionando una caída inicial de la inversión, y de la oferta de capital doméstico en los periodos próximos. La menor oferta de capital incrementa la renta pagada por este y disminuye la cantidad utilizada por las empresas del sector importable, dado que la demanda de estas no se ha desplazado. Esta dinámica ocasiona una caída del producto importable, seguida de menores demandas de trabajo e insumo importado, que se traducen en un menor salario de equilibrio y menor cantidad utilizada del insumo.

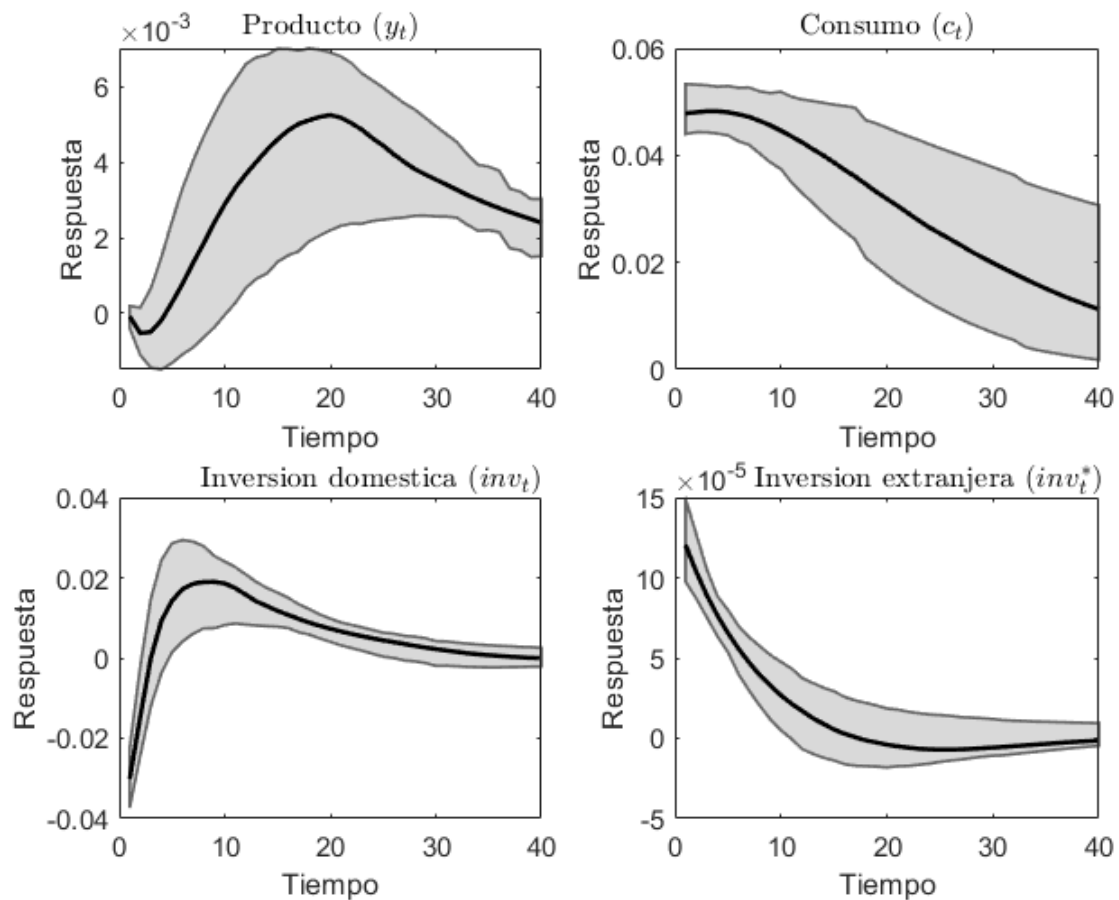
En tercer lugar, debemos considerar que la caída del IPC también genera efectos intratemporales; en particular, tenemos un efecto ingreso positivo sobre el ocio y el consumo, y un efecto sustitución positivo sobre el consumo en contra del ocio. Como

vimos en el párrafo previo, en términos intertemporales, es óptimo incrementar el consumo, pero en una proporción moderada pues la elasticidad de sustitución en el tiempo es baja. Lo anterior minimiza el impacto del efecto sustitución, dándole mayor preponderancia al efecto ingreso, por lo que el resultado es un incremento del ocio y reducción de la oferta de trabajo. La caída de la oferta laboral es superior al incremento de la demanda en respuesta al choque positivo de productividad, ocasionando que en equilibrio el salario sea más alto, pero la cantidad utilizada de trabajo por el sector no transable sea menor.

Por otro lado, el análisis previo deja claro que un choque positivo a la productividad no transable ocasiona un incremento generalizado del consumo, siendo la elasticidad de sustitución entre importables y no transables la que determina la distribución de ese incremento. Si bien el efecto ingreso de un mayor gasto en consumo incrementa ambos tipos de bienes, el efecto sustitución de la caída de p^n favorece el gasto en bienes no transables, haciendo que el consumo de estos aumente más que el de importables. Este aumento en el consumo importable, sumado a la ligera caída del producto importable, ocasiona un notable incremento de las importaciones de consumo.

Las menores compras del insumo importado por parte de los sectores no transable e importable superan la mayor demanda de este proveniente del sector exportable, teniendo como resultado una caída de las importaciones de insumos. Por su parte, las importaciones de capital incrementan motivadas por el sector exportable. Sin embargo, en términos agregados, prima el efecto de las mayores importaciones de consumo y capital, que termina generando un incremento en las importaciones totales. Esta dinámica ejerce una presión deficitaria inicial sobre la balanza comercial que es revertida rápidamente. En los periodos próximos, las exportaciones siguen incrementándose, en tanto, los efectos positivos del choque sobre el consumo se van reduciendo, esta combinación ocasiona una rápida recuperación de la balanza comercial, que luego de alcanzar su punto máximo retorna al estado estacionario.

Figura 11. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad no transable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

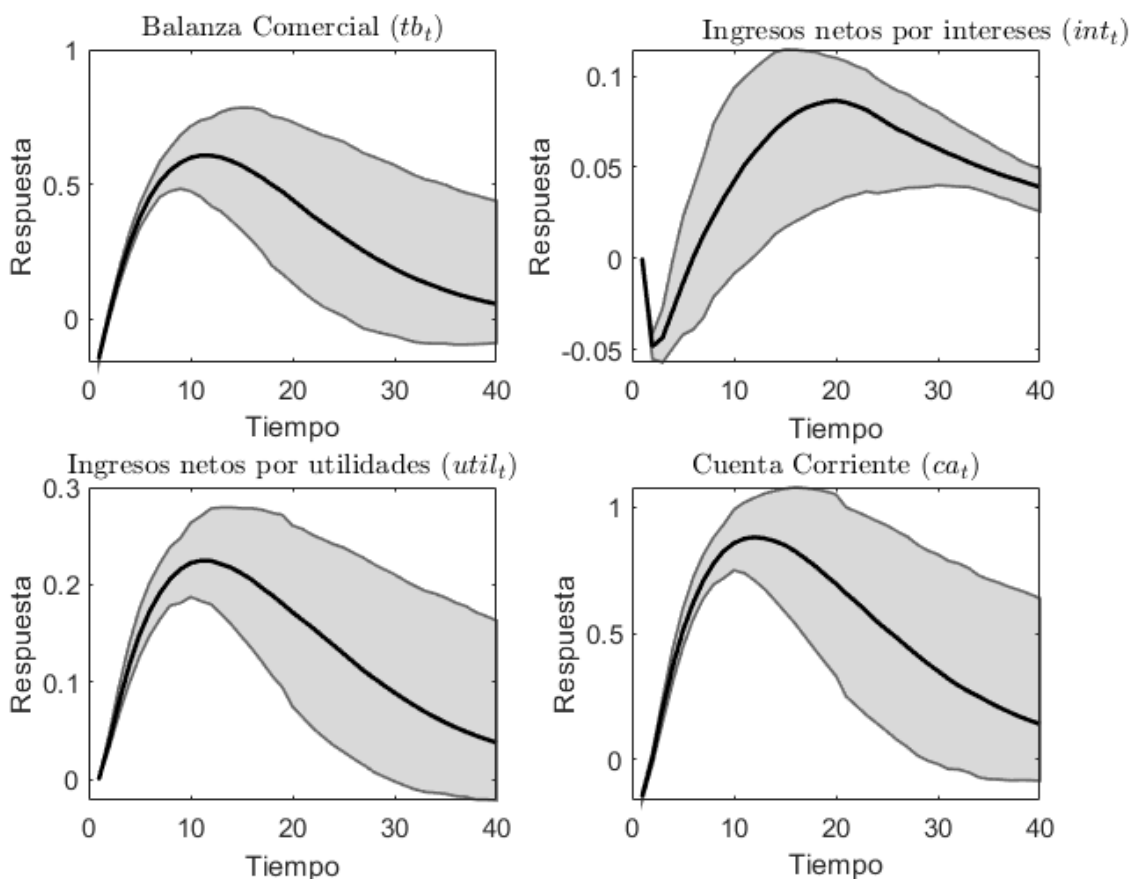
Entonces, encontramos que un choque positivo a la productividad no transable genera un incremento inicial de la **absorción doméstica**, que se refleja en un déficit comercial e impacta negativamente a la cuenta corriente. Sin embargo, este efecto es revertido rápidamente a medida que la producción exportable es beneficiada por el mayor financiamiento a través de IDE.

En términos de los recursos transables disponibles, la expansión de la absorción doméstica supera el mayor financiamiento externo del sector exportable, ajustando la restricción. Como resultado, se obtiene una caída inicial de los activos externos netos (aumento de la deuda), que luego se revierte y toma una senda similar a la de la absorción doméstica. Esta caída aumenta la prima por riesgo y la tasa de interés de los bonos; pero, en menor proporción que el saldo; pues, el mecanismo de ajuste de la deuda es más pequeño que el que tiene lugar ante fluctuaciones del capital extranjero. En consecuencia,

los ingresos netos por intereses se reducen en los periodos iniciales, recuperándose a partir del periodo 6, debido a las dinámicas mencionadas.

Por su parte, el incremento del stock de capital extranjero produce una caída de mayor magnitud de la tasa de renta pagada por él, por el gran ajuste de suavizamiento en la tasa de interés. Este efecto genera una mejora del ingreso neto por utilidades, que supera en magnitud a la caída del ingreso neto por intereses, reduciendo así el **rendimiento pagado por pasivos externos**. Si bien estos efectos, no operan contemporáneamente, a partir del periodo 2 amplifican los efectos positivos de la recuperación de la balanza comercial, haciendo que el punto máximo que alcanza la cuenta corriente sea mayor.

Figura 12. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad no transable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En suma, cuando ocurre un choque productivo en el sector no transable, la dinámica de la cuenta corriente se encuentra explicada básicamente por el canal tradicional de la absorción doméstica. Sin embargo, las presiones superavitarias que ejerce la menor renta

de factores apoyan una recuperación más grande de la cuenta corriente en comparación con la balanza comercial.

5.3.4 Choque a los precios de exportación

Ante un choque positivo a la *precios de exportación*, se registra un incremento inicial del valor del producto marginal de los factores utilizados por el sector exportable, hecho que implica una mayor demanda de estos. En el mercado del insumo importado, la oferta perfectamente inelástica que enfrentan las firmas hace que el aumento de la demanda resulte en un incremento de la cantidad de equilibrio del insumo importado, en tanto, el precio se mantiene fijo en p^* . En esa línea, la oferta perfectamente inelástica del trabajo determina que la mayor demanda genere presiones al alza en el salario de equilibrio pagado a los trabajadores. Las estimaciones de ψ_x y α_x sugieren que la importancia del insumo importado en la producción de exportables es bastante pequeña; en particular, el peso de este insumo en la función de producción ($\psi_x (1 - \alpha_x)$) se encuentra entre 0,02 y 0,05. Por tanto, el incremento del insumo importado se traduce en un ligero incremento contemporáneo de la producción exportable y de las exportaciones.

Por otro lado, la mayor demanda de capital extranjero genera presiones al alza en la tasa de interés, dinámica que los agentes internacionales interpretan como un choque favorable de productividad en el sector exportable (ver sección 5.3.1). Sin embargo, el gasto en inversión tiene una respuesta negativa inicial; pues, como ya se explicó previamente, la presencia de rezagos y elevados costos de ajuste hacen que los inversionistas internacionales pospongan sus decisiones de inversión hasta evaluar el retorno neto efectivo que esta tendría. En los periodos posteriores, el gasto en inversión empieza a recuperarse ubicándose por encima del equilibrio a partir del trimestre 7; en tanto, la inversión efectiva demora un trimestre más para superar su valor de estado estacionario.

Estas dinámicas generan una caída de la oferta de capital, haciendo que este exhiba una tendencia decreciente hasta el periodo 6, para luego recuperarse a un ritmo acelerado y llegar al terreno positivo en el trimestre 26. La caída del capital exportable en los periodos iniciales (luego del trimestre 1) ocasiona una tendencia descendente en la producción exportable, la cual es reforzada por el retorno del insumo importado a su nivel de estado estacionario, a medida que el choque se disipa. La evolución de la producción exportable

y de las exportaciones en el resto del horizonte se encuentran en línea con la evolución del capital extranjero. La caída de la oferta, en combinación con el aumento de la demanda, ocasionan un notable incremento de la tasa de interés del capital extranjero, que termina afectando al otro sector dependiente del financiamiento externo, el no transable.

Lo ocurrido en el sector exportable implica que las firmas del sector no transable pagan una mayor renta por utilizar la misma cantidad de capital que antes del choque, estos mayores costos de insumos presionan al alza el precio de los no transables. El incremento de p^n impulsa el valor del producto marginal de los factores productivos que usa el sector y ; por consiguiente, la demanda de estos por parte de las firmas del sector, teniendo como resultado un aumento contemporáneo del insumo importado y de la tasa de interés del capital doméstico en el sector no transable. Asimismo, notemos que, a pesar de que las dinámicas del sector exportable determinan una caída del saldo total de capital extranjero, esta caída es inferior a la que enfrenta el sector exportable debido a una reasignación de recursos externos hacia el no transable. De lo anterior se infiere que tenemos un mayor nivel de capital extranjero utilizado por las firmas de este sector remunerado a una tasa de interés más elevada.

Dado que los bienes no transables forman parte de la canasta de consumo, el incremento de p^n ocasiona un aumento del IPC. El incremento de p^c y la senda prevista de este índice por parte de los agentes —dada la evolución esperada de la inversión y el capital extranjeros— ocasionan dos efectos: (i) ingreso negativo sobre el consumo y la inversión, y (ii) sustitución negativo sobre el consumo y positivo sobre la inversión. Por otro lado, dado el menor incremento de w^n en comparación con p^c , el salario real del sector no transable se reduce levemente, generando otros dos efectos: (i) ingreso negativo sobre el consumo y el ocio y (ii) sustitución negativo sobre el consumo y positivo sobre el ocio.

La combinación de efectos inter e intratemporales da como resultado una caída del consumo presente y un aumento de la inversión, que incrementa la oferta de capital de los periodos siguientes. La configuración actual de parámetros relacionados a elasticidades de sustitución genera que, ante el incremento de p^c , las familias reduzcan levemente su consumo e incrementen aun en menor magnitud la inversión para formar capital del siguiente periodo (leve aumento de la oferta de capital). En el periodo actual, el consumidor debe justificar no haber reducido su consumo lo suficiente, reduciendo en

mayor proporción el ocio, y por consiguiente expandiendo su oferta de trabajo. En el mercado de trabajo, el resultado es un mayor nivel de empleo y un salario ligeramente más alto, en tanto, el resultado del mercado de capital consiste en un mayor nivel de capital doméstico que presiona a la baja la tasa de interés.

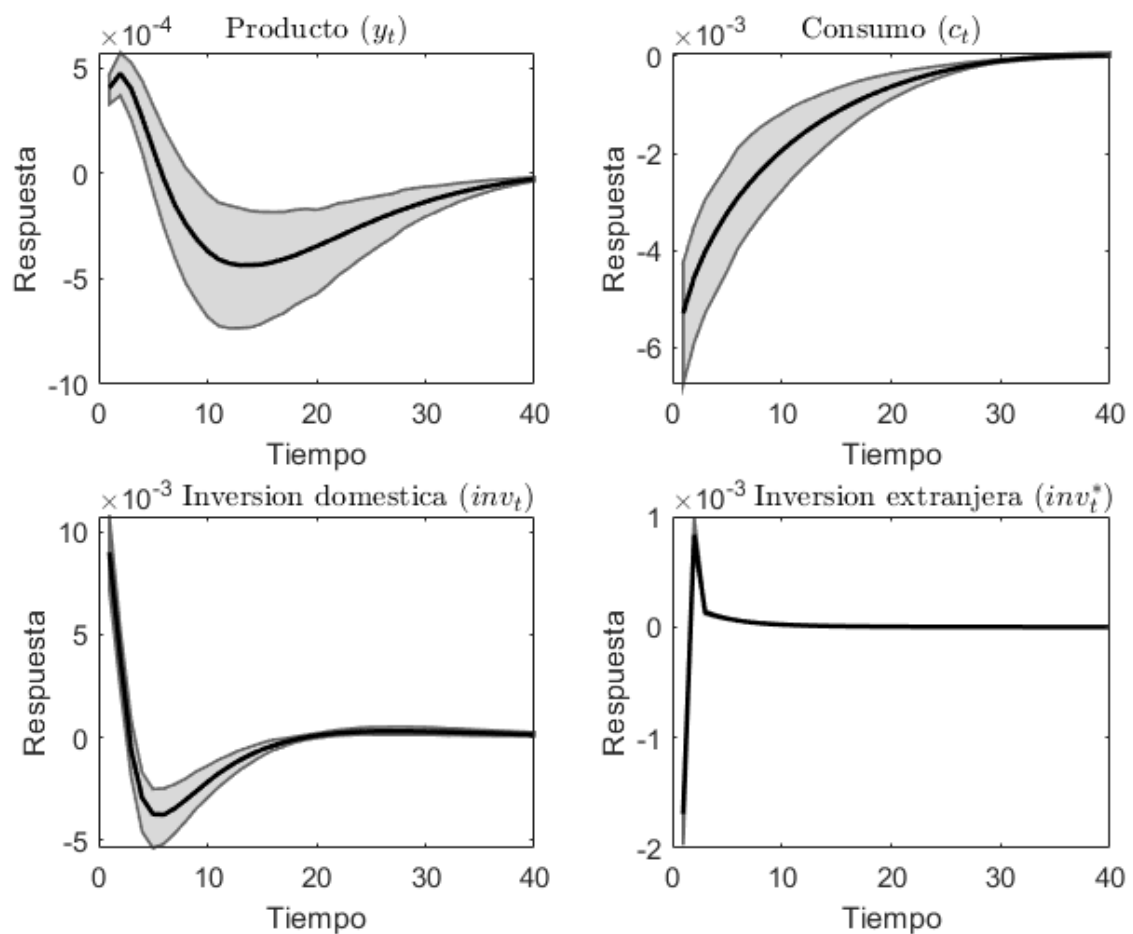
En el sector importable, la mayor cantidad de capital en equilibrio genera un aumento de la producción que, a su vez, motiva la mayor demanda de insumos. El desplazamiento de la demanda de trabajo se traduce en un salario más elevado, el de la demanda del insumo importado en una mayor cantidad de este y finalmente, el de la demanda de capital amortigua el aumento de la oferta, generando una caída pequeña de la tasa de interés. Los efectos descritos sobre la inversión y el capital del sector importable se empiezan a revertir en el segundo y tercer trimestre, respectivamente. Al igual que la inversión importable, el consumo, sus componentes, el ocio y el empleo muestran una tendencia decreciente en el horizonte de proyección luego del salto inicial. Por su parte, la producción importable sigue de cerca la evolución del capital doméstico.

Respecto al consumo, es necesario analizar cómo el choque afecta la composición de la canasta. Así, la baja elasticidad de sustitución entre importables y no transables permite que el efecto ingreso negativo de un menor gasto en consumo se imponga sobre el efecto sustitución del incremento de p^n . No obstante, en vista del abaratamiento de los bienes importables, la caída de consumo no transable es superior a la del consumo importable. Esta menor absorción, en combinación con el incremento de la producción de importables, generan una reducción de las importaciones de consumo, que sumada, a la caída importante de las importaciones de capital, presionan a la baja las importaciones totales.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el choque a la productividad exportable, el aumento inicial de las importaciones de insumos es más grande, llegando e incluso a superar el efecto negativo de los otros dos componentes. La estructura de las importaciones peruanas permitió obtener distribuciones a posteriori de γ_i , que favorecen las compras de insumos. Por tanto, el resultado final es un aumento de las importaciones totales en el trimestre actual y una reversión hacia su nivel de equilibrio a partir del trimestre 2. Por su parte, el valor exportado también se incrementa en respuesta al choque a los precios de exportación y, en menor medida, por el leve incremento inicial de la producción exportable, superando el aumento de las importaciones.

En resumen, el choque de productividad exportable genera una caída de la **absorción doméstica** que mejora el resultado de la balanza comercial en el periodo actual, ejerciendo una presión superavitaria sobre el saldo en cuenta corriente. Posteriormente, la recuperación del consumo y de la inversión en el sector exportable, junto con la caída de la producción exportable, determinan una rápida caída de la balanza comercial, que luego se recupera cuando la inversión realizada se convierte en capital operativo.

Figura 13. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la productividad exportable



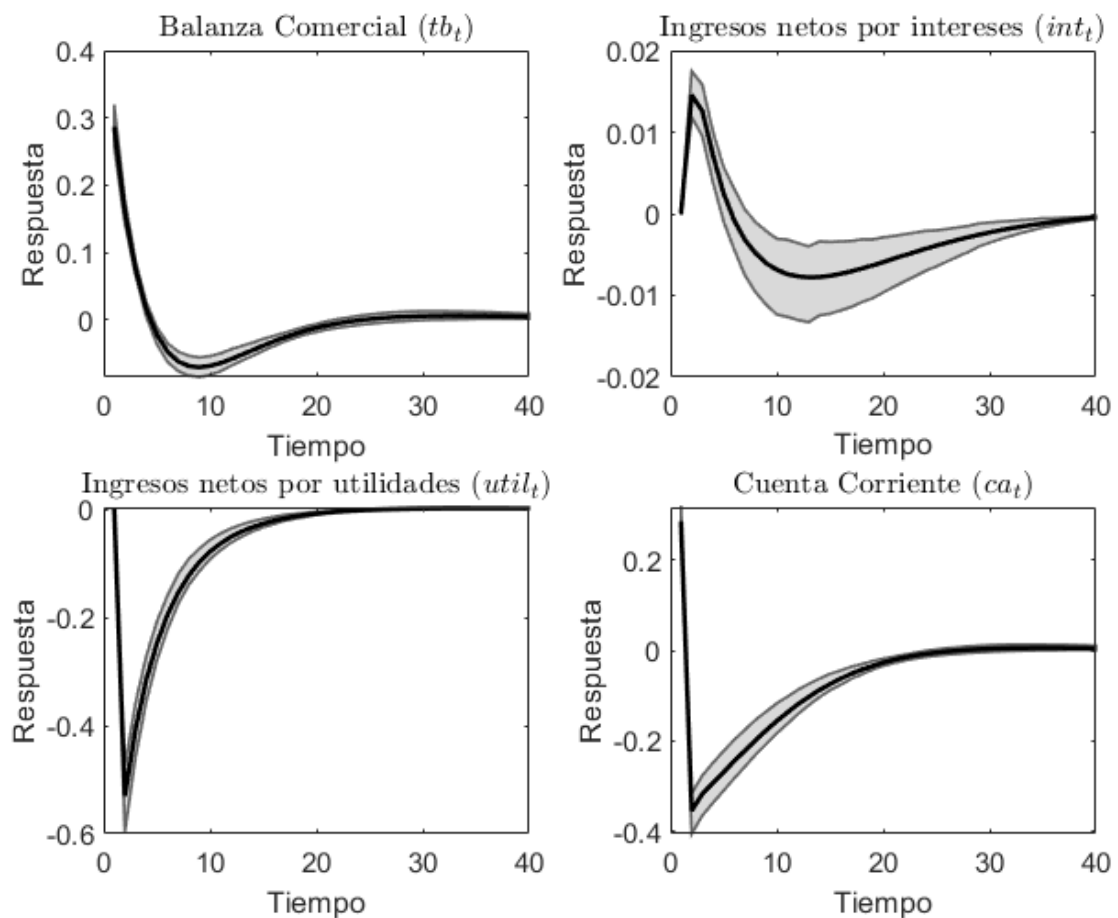
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El incremento en la disponibilidad de recursos transables generado por la menor absorción doméstica supera a la caída del financiamiento externo recibido bajo la forma de IDE, reduciendo inicialmente la deuda del país, la prima por riesgo y la tasa de interés de los bonos. El impacto positivo sobre la deuda revierte rápidamente, en tanto, aquel generado sobre la tasa de interés es un poco más duradero. Estas dinámicas generan

menores pagos por intereses y un aumento de los ingresos netos por este concepto en los primeros periodos, beneficios que luego empiezan a reducirse hasta desaparecer. Así, los ingresos netos por intereses tienen un comportamiento similar al de la tasa de interés y la prima por riesgo en el periodo de estudio.

Por otro lado, la caída inicial del capital extranjero en el sector exportable supera la expansión en los primeros periodos del capital utilizado en el sector no transable, dando como resultado un menor stock de capital extranjero inicial. La rápida recuperación en el sector exportable, y la lenta reversión al equilibrio en el sector no transable, trazan una tendencia ascendente del capital total. Como ya se explicó, lo anterior genera una evolución opuesta en la tasa de renta extranjera. Así, en el trimestre 2, la mayor tasa de interés incrementa los egresos por utilidades, los cuales empiezan a reducirse rápidamente, en línea con la evolución de la tasa pagada por el capital extranjero.

Figura 14. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la productividad exportable



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además del impacto sobre la absorción doméstica, el choque a los precios de exportación genera inicialmente un incremento de los egresos por utilidades y un aumento de los ingresos netos por intereses, que luego se revierten. La caída del ingreso neto por utilidades supera a la mejora del ingreso neto por intereses, dando como resultado una caída del ingreso primario. El mayor ***rendimiento pagado por pasivos externos*** amplifica el impacto negativo de la caída de la balanza comercial sobre la cuenta corriente.

Finalmente, de igual modo que en el choque a la productividad exportable, la respuesta inmediata de la cuenta corriente es explicada únicamente por la balanza comercial. La diferencia entre ambas empieza a notarse a partir del siguiente trimestre, periodo en el que el efecto contractivo sobre el ingreso primario tiene mayor preponderancia que el de la balanza comercial haciendo que la cuenta corriente disminuya más que la balanza comercial. El retorno al equilibrio está marcado por la evolución de la renta pagada por el uso de capital extranjero en el sector real.

5.3.5 Choques a los precios de importación

Un ***choque positivo al precio del insumo importado*** puede ser interpretado como un choque negativo de oferta; pues, dado que todos los sectores dependen de este factor, el choque eleva los costos de producción de toda la economía, reduciendo así la rentabilidad de las firmas. En particular, ante la menor oferta del insumo importado, se observan disminuciones inmediatas en la cantidad de equilibrio de los insumos utilizados por cada sector, así como en la producción de estos; y, en consecuencia, en la producción total. A pesar de la tendencia negativa generalizada, las magnitudes de las contracciones difieren a nivel de sectores, siendo el sector importable el más afectado, dada la mayor importancia de los insumos importados en su función de producción. Luego de ocurrido el choque, la cantidad demandada de insumos retorna a su nivel de equilibrio rápidamente, en tanto, el producto tiene una dinámica distinta de reversión al estado estacionario.

La caída del producto a su vez reduce la demanda (valor del producto marginal) del resto de factores ocasionando presiones a la baja en precios y cantidades de capital y trabajo. Dada la inelasticidad de la oferta de trabajo en el sector transable, en equilibrio se obtiene una disminución de los salarios del sector exportable e importable. Del mismo modo, la inelasticidad del capital en el sector no transable produce una caída de la tasa de interés

pagada por él. Por su parte, dado que la oferta de capital extranjero se encuentra fija para el periodo inicial; una caída de la demanda por parte de las firmas del sector exportable reduce la cantidad utilizada y la renta pagada por su uso. Una excepción a esta contracción generalizada en la cantidad de factores, utilizada en equilibrio, es el capital del sector no transable. La razón de la diferencia se encuentra en que la elasticidad de la oferta de trabajo destinada al sector permite que los cambios en la demanda provenientes de las decisiones de optimización de las firmas sean atendidos sin movimientos abruptos de los salarios. Lo anterior hace posible que el ratio óptimo de factores se ajuste rápidamente para estar acorde a los precios de mercado de estos y a su productividad marginal. En consecuencia, para poder analizar correctamente lo ocurrido con la demanda de las firmas del sector no transable, debemos entender cómo se mueve la oferta de capital y empleo domésticos, que es la que termina estableciendo las cantidades de equilibrio.

El aumento en el precio del insumo importado no solo afecta la producción, sino que también reduce el ingreso real de los hogares; pues, estos enfrentan mayores precios relativos en los bienes importables y una menor oferta de bienes no transables. En consecuencia, tenemos un incremento de p^n y del índice de precios del consumidor, que generan un efecto ingreso negativo sobre el consumo, el ocio y la inversión. Además del efecto ingreso negativo, el aumento de p^c representa una caída del salario real y ocasiona un efecto sustitución intratemporal negativo sobre el consumo y positivo sobre el ocio. Intertemporalmente, los mayores precios actuales y la disminución prevista de estos en los siguientes periodos incrementan el rendimiento real esperado de la inversión, generando un efecto sustitución en contra del consumo y a favor de la inversión. La combinación de estos efectos deja como único resultado claro una caída del consumo.

El resultado del ocio y la inversión depende de la magnitud de las elasticidades de sustitución de nuestro modelo. Como ya se mencionó, los datos utilizados para la estimación de parámetros revelaron la existencia de un mecanismo de suavizamiento del consumo en el tiempo que hará que este se reduzca moderadamente, haciendo primar el efecto ingreso sobre el efecto sustitución. En consecuencia, la inversión doméstica se contraerá reduciendo la oferta de capital del siguiente periodo y presionando al alza la tasa de interés de los siguientes trimestres. A nivel intratemporal, la elasticidad de sustitución es más grande, por lo que la leve caída del consumo —ante el efecto ingreso negativo— es compensada por una caída del ocio que incrementa la oferta de trabajo.

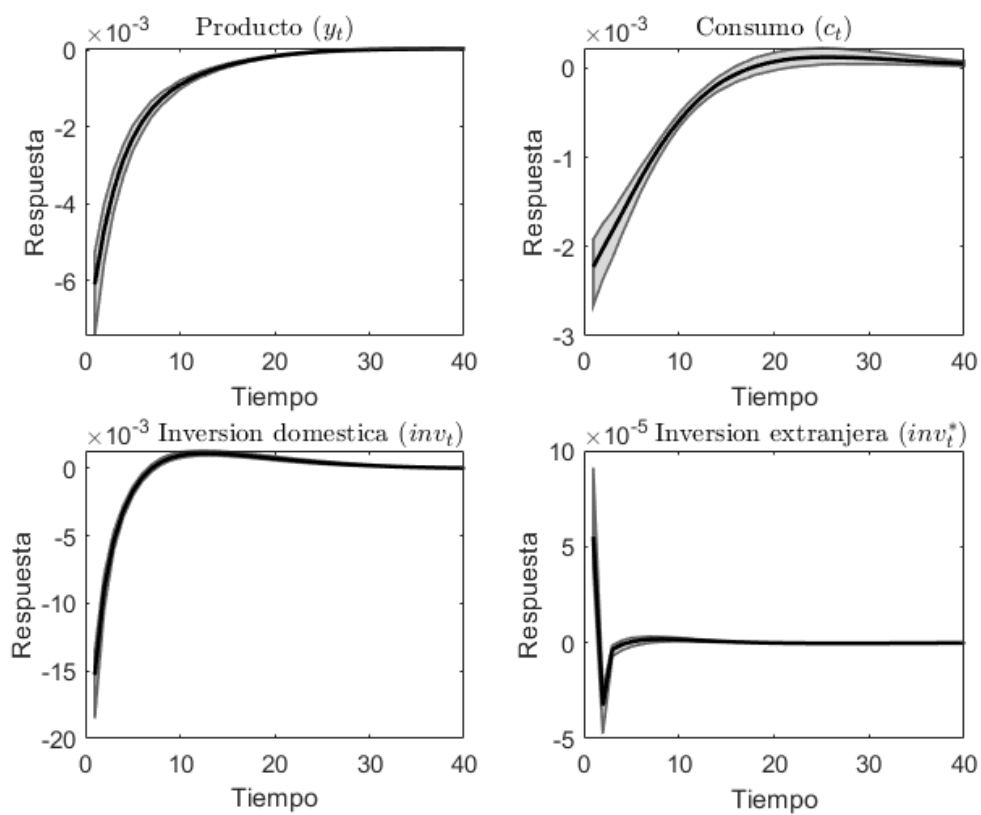
El incremento en la oferta de trabajo es más grande que la caída de la demanda, determinando así un mayor empleo de equilibrio, el cual es remunerado a un salario más bajo. La mayor cantidad de trabajo reduce la productividad marginal de este y, dadas las condiciones de optimalidad de las firmas, se requiere demandar un poco más del resto de factores. Esto explica el hecho de que las caídas en la tasa de interés del capital doméstico no transable y del insumo importado sean menores que aquellas registradas en otros sectores. Dado que la oferta de capital extranjero es la misma, el leve incremento de la demanda ocasiona un pequeño incremento en el capital del sector no transable, que luego se revierte, a medida que lo hace la oferta de empleo cuando el choque se va disipando. En consecuencia, la IDE total se incrementa levemente y la tasa de interés del capital extranjero se reduce en una magnitud similar, debido a la mayor disponibilidad de estos recursos.

La reducción del ingreso efectivo ocasiona que los consumidores disminuyan su consumo, tanto de bienes importables como de bienes no transables, reflejando así la pérdida de poder adquisitivo de los agentes. A pesar de que los consumidores ajustan a la baja su demanda de bienes importables debido al menor ingreso real, esta reducción es menor que la caída observada en la producción de este tipo de bienes. La restricción en la oferta local de bienes importables empuja a los agentes a aumentar sus importaciones de consumo. Luego de la caída inicial, el consumo muestra una dinámica de recuperación hacia su nivel de equilibrio que es menos acelerada que la de la producción importable debido al mecanismo de suavizamiento presente. Por esta razón, las importaciones de consumo caen rápidamente y luego de 5 trimestres se ubican por debajo de su nivel de largo plazo, empezando a recuperarse a partir del periodo 9, en línea con la evolución del consumo de importables.

Por otro lado, el impacto que este choque ejerce sobre la dinámica de retorno al equilibrio del capital de cada sector es diferenciada y opuesta al impacto inicial, el cual responde únicamente a pequeños cambios en la demanda. De los dos sectores que compiten por capital extranjero, el no transable es el que registra una participación más alta del insumo importado. En ese sector, el choque incrementa significativamente los costos marginales, reduce la rentabilidad esperada y desincentiva la inversión extranjera. Por el contrario, el sector exportable, al estar menos expuesto al choque, mantiene su rentabilidad esperada y se vuelve un destino más atractivo para los flujos de capital extranjero. Incluso si el aumento de la inversión extranjera es gradual por la presencia de rezagos, el

desplazamiento del capital desde el sector no transable asegura una recuperación de la cantidad de capital utilizado en el sector exportable. El resultado de esta reasignación de recursos es un pequeño aumento inicial de la inversión extranjera, lo que ocasiona un aumento de la oferta total de capital en el trimestre 2, seguida de una drástica caída por el mayor impacto negativo generado en el sector no transable y una rápida recuperación, en la medida que los rendimientos netos del sector exportable empiezan a notarse. Lo anterior determina que las importaciones de capital tengan una evolución similar.

Figura 15. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a los precios de importación

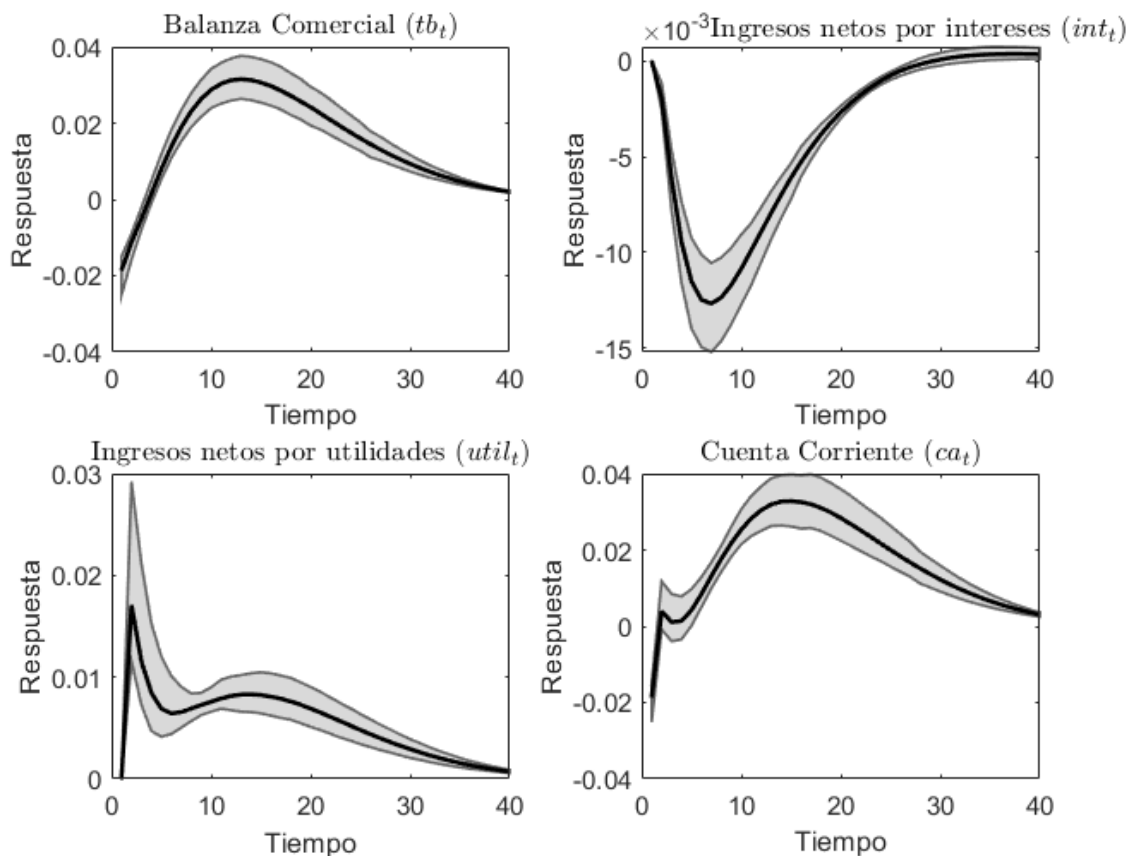


Fuente: Elaboración propia, 2025.

La expansión de las importaciones de consumo y capital, en combinación con la reducción de las exportaciones, implican un aumento de la **absorción doméstica**, que ejerce un impacto negativo inicial sobre la balanza comercial y la cuenta corriente. La recuperación de la balanza comercial está motivada por la rápida caída de las importaciones de consumo y de capital, la lenta recuperación de las importaciones de insumos y el mayor dinamismo del sector exportador.

En relación con el canal financiero, la menor disponibilidad de recursos transables producto del choque negativo de oferta genera una reducción de los activos externos netos que se prolonga hasta que la recuperación de la producción exportable —debido a la mayor inversión extranjera en el sector— se consolida. Este mayor nivel de deuda neta incrementa la prima por riesgo y la tasa de interés, haciendo que los ingresos netos por intereses se reduzcan. Por su parte, la inversión extranjera total de la economía es producto de una combinación de dinámicas opuestas en los dos sectores que la utilizan, primando los impactos negativos iniciales y de recuperación posterior del sector no transable. Esta evolución genera una reducción inicial de la tasa de interés pagada por el capital, de mayor magnitud que el incremento del saldo de este. Producto de ello, el ingreso neto por utilidades sigue de cerca la evolución de la tasa de interés; es decir, muestra un incremento rápido que se revierte lentamente.

Figura 16. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a los precios de importación



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La combinación de todos estos factores determina un impacto negativo del rendimiento pagado por pasivos externos netos sobre la cuenta corriente. A diferencia de la balanza comercial, la recuperación de la cuenta corriente es frenada en el periodo 3, retrasando su consolidación hasta el trimestre 15. En los últimos trimestres, la evolución del ingreso primario apoya la dinámica de la balanza comercial, facilitando el retorno de la cuenta corriente a su equilibrio de largo plazo.

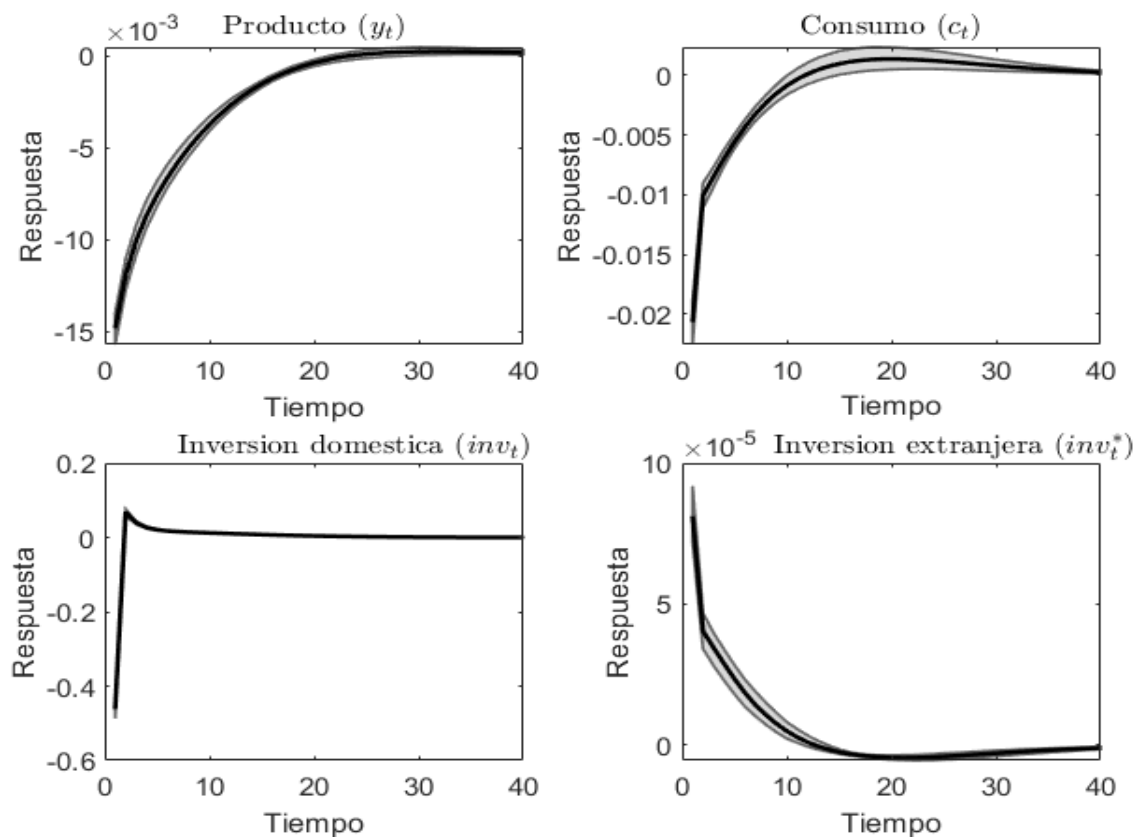
5.3.6 Choques a las tasas de interés internacional

Un *choque positivo a la prima por riesgo* de un país ocasiona un incremento de la tasa de interés que se paga por la deuda externa en la misma magnitud que el choque. Dado que esta economía es deudora neta, el incremento de la prima por riesgo ocasiona un efecto ingreso negativo de carácter intratemporal que reduce el ocio y el consumo; y, de carácter intertemporal que reduce el consumo presente y la inversión, tanto física (formación de capital doméstico) como financiera (compra de bonos). El incremento de la tasa de interés también implica un cambio en el precio relativo del consumo de hoy respecto al de mañana; pues, el ratio $\frac{(1+r_t^f)}{p^c_{t+1}}$ se incrementa encareciendo el consumo. En consecuencia, se produce un efecto sustitución negativo a favor de la inversión en bonos y en contra del consumo. Asimismo, los activos financieros se vuelven más atractivos que los activos reales, porque el pago generado por cada unidad invertida en ellos es más alto, luego del choque.

Dada la configuración de parámetros que determinó su estimación con datos peruanos, el efecto ingreso supera al efecto sustitución haciendo que la inversión y el consumo disminuyan, este último lo hace en una magnitud moderada por la reducida elasticidad de sustitución intertemporal. Por su parte, la caída de la inversión es diferenciada y responde al mayor rendimiento de los bonos, motivo por el cual, la inversión doméstica destinada principalmente al sector importable se reduce, pero los activos externos netos aumentan. En términos intratemporales, el ocio se reduce más que el consumo, para compensar que este haya caído menos de lo que debería; y, también a causa de la elevada elasticidad de sustitución entre ambos. La reducción del ocio implica un incremento de la oferta de trabajo en el sector no transable que, en ausencia de cambios en la demanda, genera un nuevo equilibrio sectorial con mayor empleo y un salario más bajo.

Si bien, el incremento del empleo ocasiona un leve aumento contemporáneo de la producción del sector no transable, en los siguientes trimestres el sector se ve afectado por la menor oferta de capital doméstico que presiona al alza la tasa de interés que las firmas pagan a las familias por su uso. La inelasticidad de la oferta en el sector no transable hace que la menor inversión doméstica se traduzca en rentas más altas, lo que significa costos más altos para las firmas del sector. En consecuencia, estas se ven obligadas a reducir su demanda por los otros factores (capital extranjero e insumo importado), de manera que puedan compensar la menor rentabilidad. Esta menor rentabilidad en el sector no transable provoca una asignación de recursos a favor del sector exportable, aumentando así la inversión y el capital extranjero en dicho sector, lo que a su vez favorece la producción exportable. El mayor nivel de producción aumenta las demandas de trabajo y de insumo importado, ocasionando un salario exportable más alto y una mayor cantidad del insumo en el sector. Este *boom* de productividad en el sector exportable se traduce en una expansión de las exportaciones.

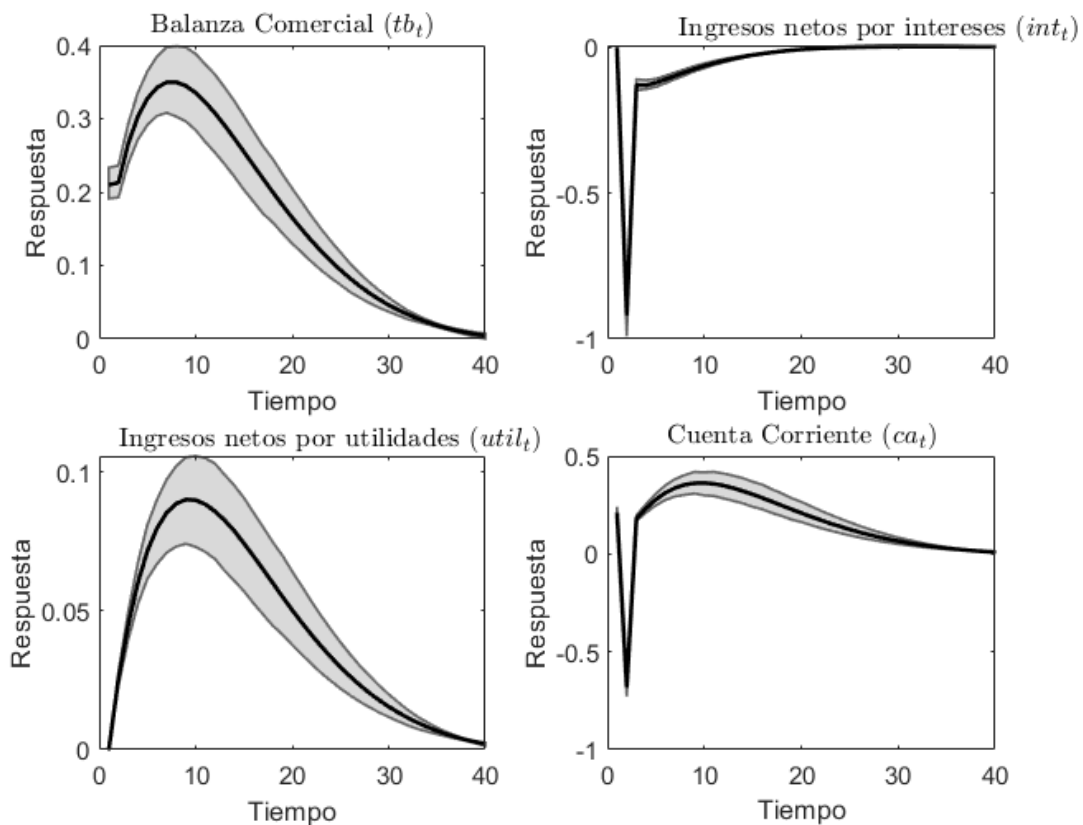
Figura 17. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la prima por riesgo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A pesar del impacto positivo generado sobre el sector exportable, la menor oferta de capital afecta negativamente al sector importable, incrementando los costos y cantidades demandadas de dicho factor productivo. La contracción de la producción importable reduce las demandas del resto de factores, presionando a la baja el salario importable y disminuyendo la cantidad importada del insumo. Dada la mayor importancia del sector importable en la producción transable, el producto total de la economía se reduce lo que potencia el efecto ingreso negativo de la mayor prima por riesgo, reforzando así la caída del consumo. La caída de los precios, producto de la menor demanda, sumada la reducción gradual de la prima por riesgo permite que la inversión doméstica se recupere, lo que permite revertir los impactos negativos que se generaron en el sector importable. En el horizonte de estudio, tenemos una recuperación gradual de la producción total y del consumo, aunque este último tiene otros matices en su evolución.

Figura 18. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la prima por riesgo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La fuerte reducción del consumo de importables supera la caída de la producción, presionando a la baja las importaciones de consumo. Por su parte, la disminución de las importaciones de insumos en los sectores importable y no transable son más importantes que la mayor cantidad de insumos importados por el sector exportable, ocasionando así una reducción de las importaciones de insumos. Los factores mencionados no pueden ser contrarrestados por el leve incremento de las importaciones de capital, ocasionando una contracción de las importaciones totales. Esta caída en las importaciones, sumada al aumento de las exportaciones, ocasiona una caída de la **absorción doméstica** que mejora inicialmente la balanza comercial. El comportamiento en el trimestre 1 de la balanza comercial explica el salto positivo que la cuenta corriente exhibe inmediatamente después del choque. Sin embargo, en los siguientes periodos, las dinámicas de ambas empiezan a separarse notablemente por el impacto negativo ejercido por el mayor **rendimiento pagado por pasivos externos netos**.

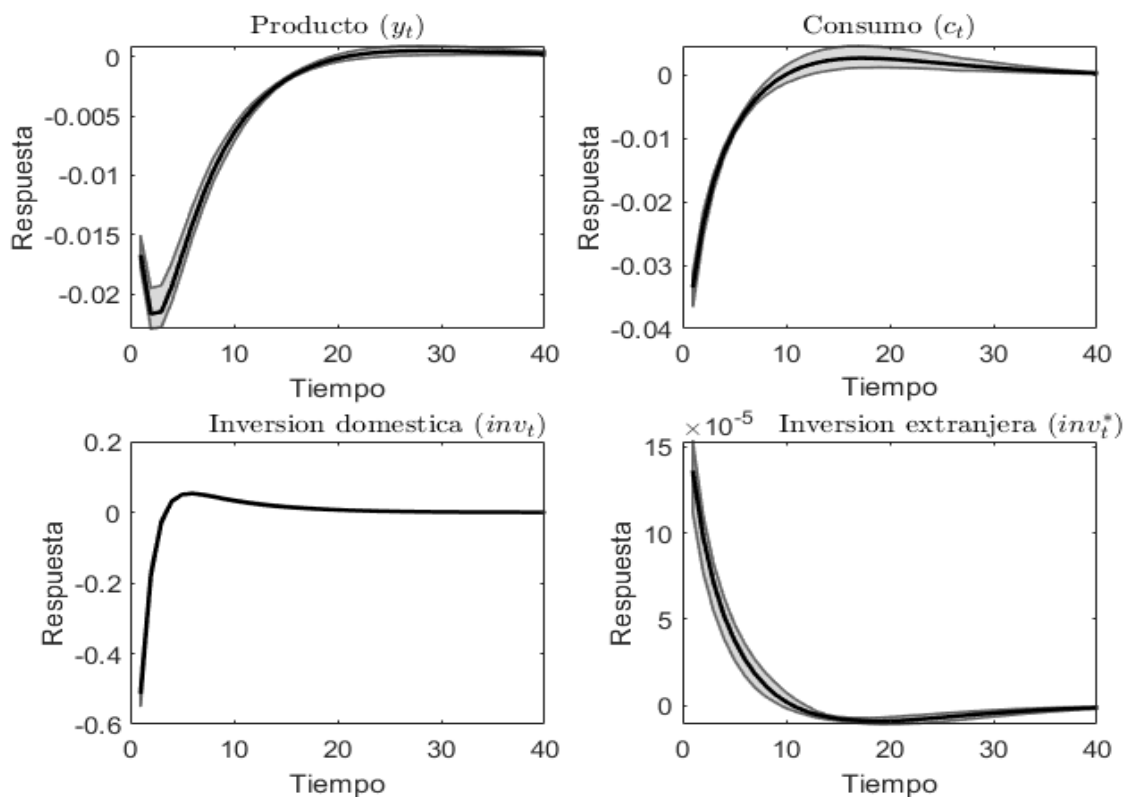
El rendimiento pagado por pasivos externos aumenta como consecuencia directa del choque al *spread* de tasas de interés; pues, el saldo de deuda más bien se reduce debido al efecto sustitución que favorece la inversión financiera a costa de la inversión real. Por su parte, el stock de capital extranjero en la economía se incrementa a causa de la expansión del sector exportable. Como un mecanismo de ajuste para mantener el equilibrio de largo plazo, la renta pagada por ese tipo de capital se reduce en una magnitud superior a dicho aumento en el *stock*, lo que ocasiona una mejora en los ingresos netos por utilidades que, junto al mayor dinamismo de la balanza comercial, atenúan levemente el impacto negativo de los intereses. Sin embargo, en este choque en particular, son los ingresos netos por intereses los que determinan la evolución de la cuenta corriente y su retorno al estado estacionario.

Un ***choque positivo a la aversión al riesgo de los inversionistas extranjeros*** posee mecanismos de transmisión similares a los descritos para el choque a la prima por riesgo; no obstante, las principales diferencias entre ambos se encuentran en el nivel de persistencia y el canal de propagación inicial. Mientras que el choque al *spread* implica una desviación que solo dura un periodo, el choque a la preferencia de los inversionistas genera un incremento inicial que se va disipando gradualmente. Asimismo, la mayor aversión al riesgo de los inversionistas incrementa la tasa de interés sin afectar

directamente la prima por riesgo, la cual, por el contrario, se reduce luego de ocurrido el choque producto de la dinámica de los activos externos netos.

Al igual que en el choque previo, el incremento de la tasa de interés pagada por la deuda reduce el ocio, el consumo de todos los sectores y la inversión doméstica. Sin embargo, la caída inicial de la inversión en el sector importable es más pronunciada cuando el choque afecta a un componente persistente. En esa misma línea, la recuperación tarda más periodos en consolidarse haciendo que el capital continúe cayendo por 4 trimestres más, para luego recuperarse a un ritmo más moderado que cuando el choque solo afecta la prima por riesgo. Asimismo, se mantiene el impacto positivo generado sobre el sector exportable ocasionado por la mayor asignación de recursos de capital extranjero hacia ese sector en vista de la menor demanda del sector no transable por los mayores costos que las firmas de tal sector enfrentan, aunque estos impactos son de mayor magnitud. La configuración de parámetros estimados determina que el producto total tenga la misma evolución que la producción importable.

Figura 19. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a las preferencias de los inversionistas extranjeros

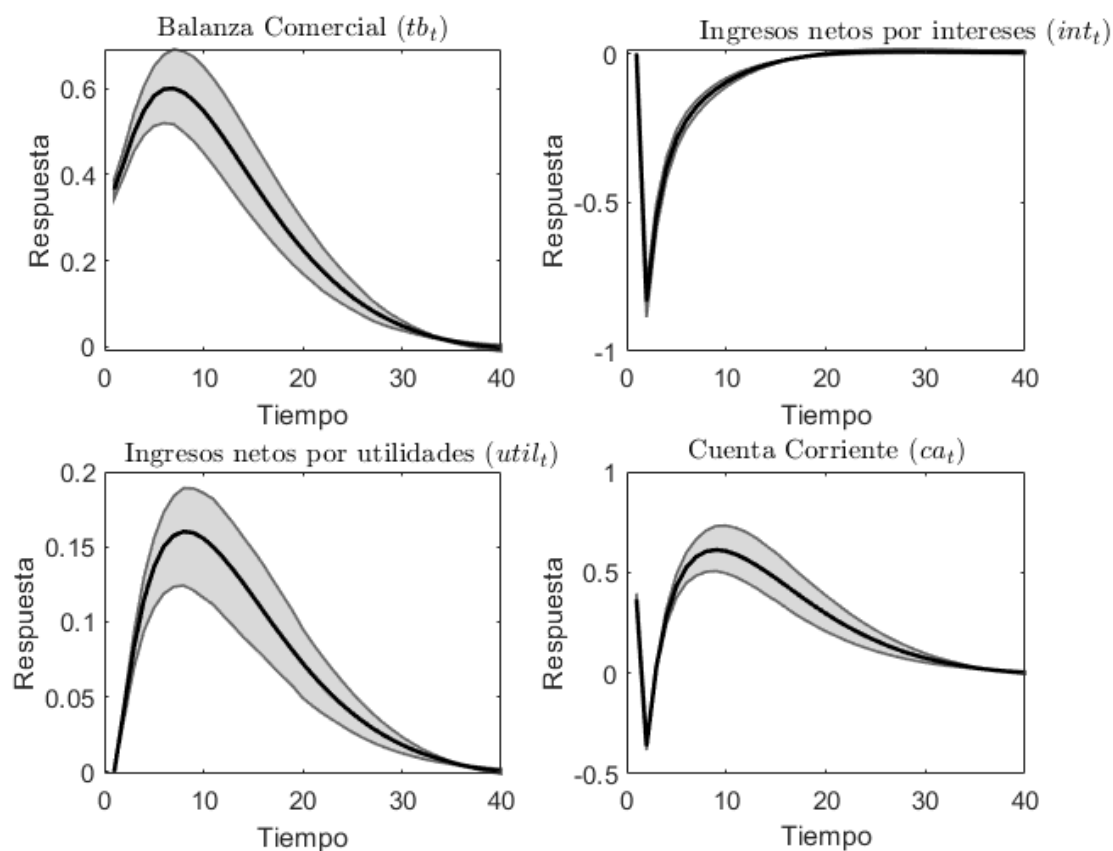


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Otra diferencia se encuentra en la magnitud relativa de la caída del consumo importable respecto a la producción importable, en este caso la producción importable cae mucho menos de lo que cae el consumo, ocasionando una reducción más importante de las importaciones de este tipo. Por su parte, el resto de los componentes de las importaciones caen por las mismas razones que en el choque previo, lo que sumado a una mayor expansión del sector exportador determinan un impacto más grande de la menor **absorción doméstica** sobre la balanza comercial. La persistencia del choque determina que los impactos superavitarios iniciales y el posterior periodo de expansión de la balanza comercial sean más importantes cuando el choque afecta a la preferencia de los inversionistas.

Respecto al canal financiero, hay una diferencia importante que consiste en un aumento levemente más pequeño de la tasa de interés de los bonos porque el choque a la aversión al riesgo se compensa parcialmente con la caída de la prima por riesgo producto de la mayor acumulación de activos externos netos. El menor saldo de deuda aunado a un incremento ligeramente menor de la tasa de interés hace que la caída del ingreso neto por intereses sea más reducida que la que tiene lugar cuando el choque es únicamente al *spread*, ejerciendo menos presiones deficitarias sobre la cuenta corriente.

Figura 20. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a las preferencias de los inversionistas extranjeros



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Finalmente, el mecanismo que favorece el *boom* de inversión en el sector exportable es potenciado cuando el choque es más duradero —y proviene de eventos globales que generan incertidumbre en lugar de factores internos—, generando un stock de capital de propiedad no residente más grande. Como ya se mencionó, este hecho ocasiona una respuesta opuesta de la tasa de interés que también es más importante. En consecuencia, los ingresos netos por utilidades tienen una evolución favorable en los primeros trimestres (más expansiva que en el caso previo) y contrarresta, en mayor medida, las presiones deficitarias de los ingresos netos por intereses. Sin embargo, los ingresos netos por intereses siguen determinando una abrupta caída de la cuenta corriente, luego de la expansión inicial proveniente de la balanza comercial, aunque los ingresos netos por utilidades favorecen la recuperación y hacen que el retorno al nivel de equilibrio sea un poco más gradual.

5.3.7 Choque a la inversión extranjera

La mayor eficiencia en la producción de bienes de capital que ocasiona un *choque positivo a la inversión extranjera* implica que es posible obtener un mayor stock de capital con el mismo flujo de inversión efectiva, lo que —en condiciones normales— incrementaría directamente la oferta de capital extranjero del siguiente periodo y motivaría aún más la inversión de hoy, generando un efecto de segunda vuelta sobre el capital externo. Sin embargo, como se explicó en las subsecciones 5.3.1 y 5.3.4, la presencia de rezagos en la ley de formación de ese capital en combinación con los elevados costos de ajuste en esta investigación, generan que la respuesta óptima del capital por parte de los agentes externos difiera de lo registrado en Raffo (2010).

En este modelo en particular, la reducida rentabilidad neta de la inversión hace que para el sector externo sea óptimo reducir su gasto en ella, efecto que ahora puede llevarse a cabo sin afectar la estabilidad de largo plazo de la economía porque la mayor eficiencia que trajo el choque permitirá seguir formando capital a una tasa más acelerada, ocasionando cambios reducidos en la oferta de capital. Si bien el gasto en inversión extranjera y, por consiguiente, la inversión efectiva registran una caída inicial generalizada, la recuperación de ambas es más acelerada en el sector exportable —alcanzando incluso incrementos respecto a su nivel de equilibrio algunos trimestres después—. Por su parte, en el sector no transable, la recuperación es lenta y no se concreta por completo hasta el periodo 40, debido a que este sector también recibe oferta de capital doméstico y no depende tanto del sector externo.

Ante la evolución prevista de la inversión, se espera que el capital se reduzca levemente para luego recuperarse de manera rápida, ocasionando una leve escasez inicial de este. Como respuesta a ello, las firmas, básicamente las del sector exportable, reducen contemporáneamente su demanda de este con el fin de evitar presiones sobre la tasa de renta extranjera. Las firmas del sector no transable aprovechan el ajuste realizado por las firmas exportables —altamente dependientes del capital extranjero— para incrementar su demanda en el periodo actual, ocasionando un pequeño incremento en el capital extranjero usado por el sector no transable. Esto último presiona levemente al alza la tasa de interés extranjera. Cabe mencionar que los impactos iniciales son bastante reducidos, razón por la cual, se concentrarán los esfuerzos en explicar las tendencias de recuperación a partir del periodo 2.

A medida que la inversión efectiva se recupera, la oferta de capital también lo hace, hecho que es consistente con la tendencia decreciente que muestra la tasa de interés extranjera en los primeros periodos del horizonte estudiado. A nivel de sectores, lo anterior determina que la respuesta inicial de cada uno de ellos se revierta, esto es una recuperación de la demanda de capital en el sector exportable y una caída en el no transable que, sumada a la recuperación generalizada de la oferta, generan una mayor asignación de recursos de capital hacia el sector exportable. La expansión del capital exportable en los primeros periodos (a partir del 2) explica la mayor producción del sector, lo que a su vez incrementa la productividad marginal y la demanda de los otros dos factores restantes: insumos importados y trabajo. El resultado de equilibrio es una mayor cantidad importada de insumos que se destinan a la producción exportable y una expansión continua del salario. Como podemos notar, entre el periodo 2 y 12, el choque a la inversión extranjera produce efectos similares a los de un choque positivo de productividad en modelos tradicionales. A partir del periodo 15, todos los efectos se disipan, empezando así el retorno hacia el nivel de estado estacionario.

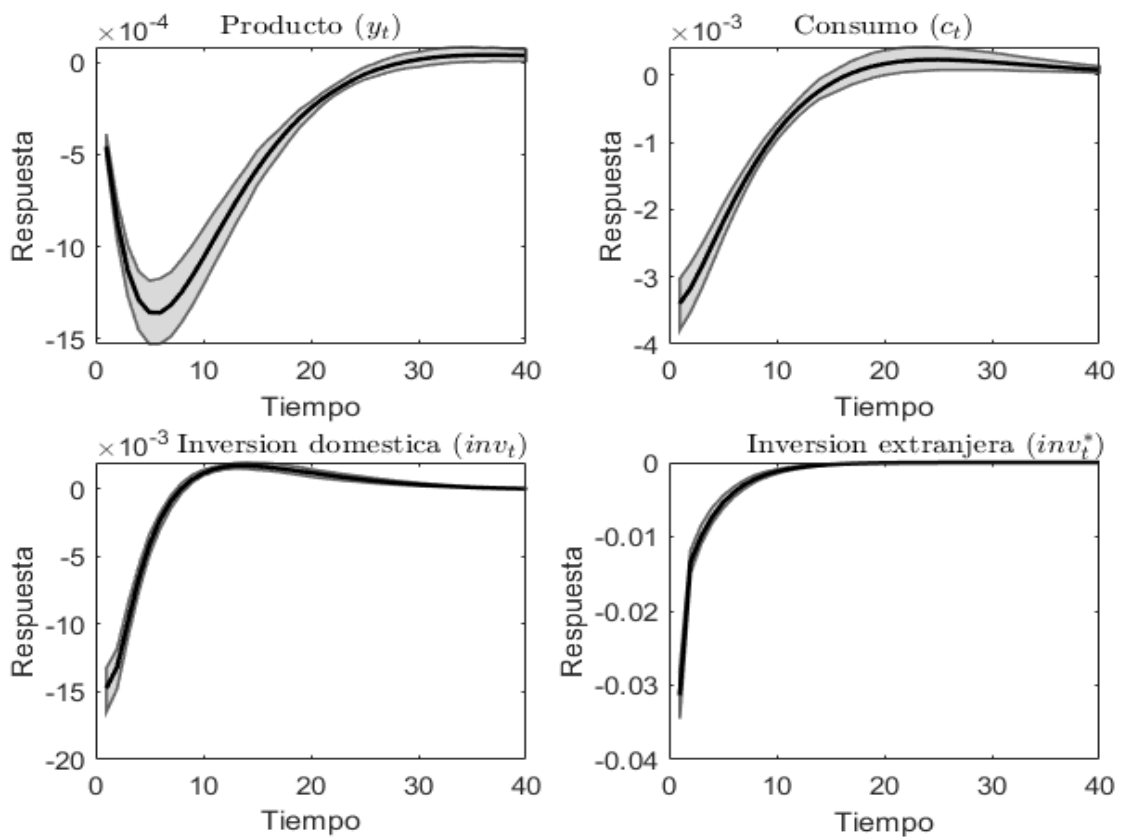
En el sector no transable, la evolución descendente del capital extranjero ocasiona una mayor demanda del capital doméstico, lo que presiona al alza la tasa interés pagada por él. Estas presiones afectan negativamente la demanda de capital por parte de las firmas del sector importable, lo que ocasiona una menor cantidad en equilibrio, dado que la oferta para el periodo presente no se ha desplazado. La caída del capital en equilibrio ocasiona una caída en la producción importable, lo que a su vez reduce la productividad marginal y la demanda del insumo importado y el trabajo en el sector importable. Estas reducciones se traducen en una producción aún menor, simulando, aunque en menor medida, los efectos de un choque de productividad negativo. En consecuencia, la producción transable y la producción total se reducen.

La caída de la producción total ejerce un efecto ingreso negativo sobre las familias que afectan sus decisiones inter e intratemporales. En el periodo presente, los agentes reducen tanto el consumo como el ocio, incrementando su oferta de trabajo. En tanto, de manera intertemporal, reducen el consumo de hoy y el del siguiente periodo, es decir, invierten menos para formar capital. Esta menor inversión amplifica los efectos negativos que provienen de la menor producción de importables. El incremento de la oferta de trabajo es absorbido por el sector no transable el cual lo remunera a un salario más bajo. Este mayor empleo, junto con el incremento del periodo 1 del capital, incrementa la

producción de no transables. El considerable incremento inicial de la oferta reduce los precios de los bienes no transables; y, en consecuencia, el índice de precios de toda la canasta de la economía.

La caída del índice de precios al consumidor es más pronunciada que la del salario, ocasionando un incremento del salario real. El mayor salario real ocasiona, como ya hemos mencionado en repetidas ocasiones, un efecto ingreso positivo sobre el consumo y el ocio; así como un efecto sustitución del ocio a favor del consumo. Por su parte, el menor precio de los bienes domésticos genera un efecto sustitución a favor del consumo y negativo sobre la inversión. Dado que ya tenemos un efecto ingreso negativo operando en la economía, el efecto sustitución intratemporal supera al efecto ingreso, reduciendo el consumo y generando otro incremento del trabajo. Del mismo modo ocurre en términos intertemporales, teniendo otro factor que apoya las caídas del consumo y de la inversión doméstica.

Figura 21. *Posterior* de las IRF de variables reales ante un choque a la inversión extranjera

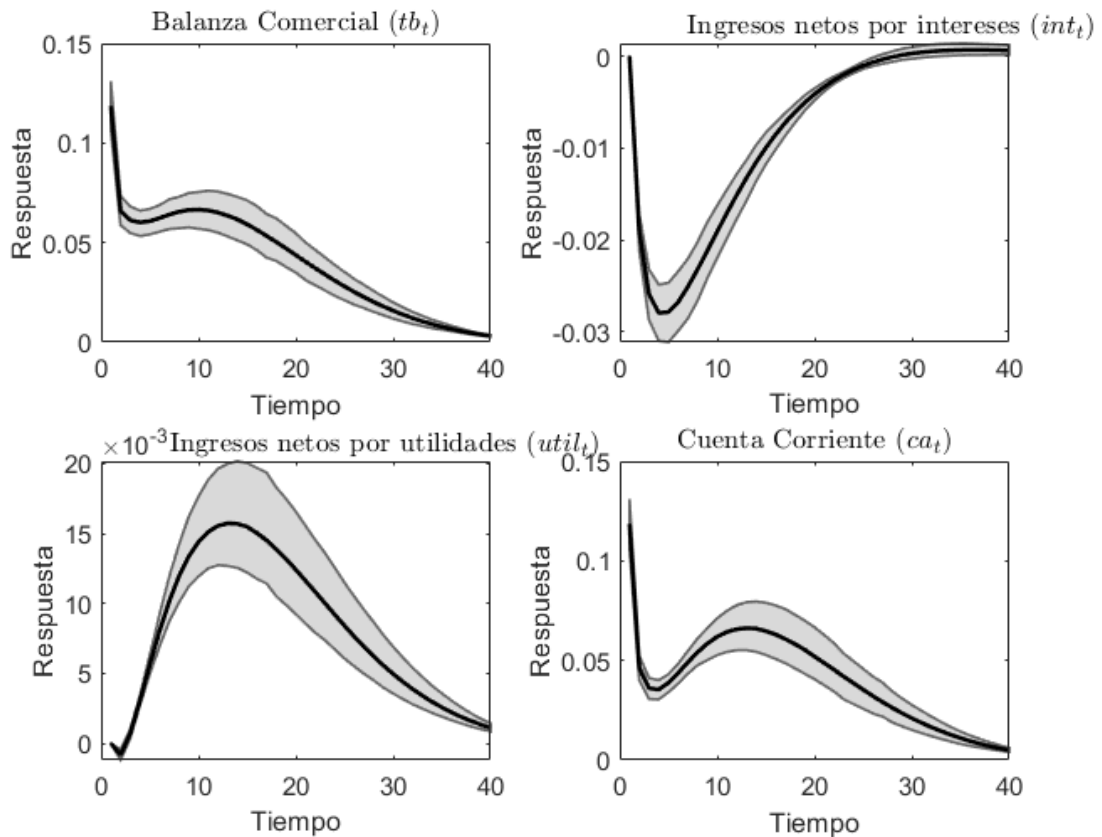


Fuente: Elaboración propia, 2025.

La caída del consumo es generalizada; es decir, ocurre tanto para los bienes importables como no transables. Esta caída es más marcada que la de la producción importable, ocasionando así una reducción de las importaciones de consumo. Por otro lado, la evolución de la inversión extranjera, descrita en los párrafos iniciales de esta subsección, determina que las importaciones de bienes de capital se reduzcan inicialmente, para luego recuperarse rápidamente, en línea con la demanda del sector exportable. Finalmente, la menor cantidad de insumos utilizada en los sectores importable y no transable, por el impacto negativo del choque, refuerza los efectos antes mencionados. Como resultado, tenemos un incremento de la balanza comercial, que retorna rápidamente para volver a mostrar otro incremento luego de algunos periodos. El mayor dinamismo posterior responde al efecto positivo rezagado del choque sobre la producción destinada a exportación: y, en menor medida, a la recuperación del consumo.

A modo de resumen, encontramos que un choque positivo a la inversión extranjera genera una caída inicial de la ***absorción doméstica***, que se refleja en un superávit comercial e impacta positivamente a la cuenta corriente. En este punto, es necesario notar que nuestro resultado difiere de lo encontrado por Raffo (2010) debido a 3 razones: (i) en su modelo toda la economía se beneficia de una mayor eficiencia productiva; en tanto, en el nuestro solo los sectores ligados al exterior reciben el choque, lo que genera respuestas diferenciadas; (ii) la presencia de rezagos a la inversión en conjunto con elevados costos de ajuste reducen la rentabilidad neta de la inversión, retrasando los impactos positivos hacia los periodos siguientes; y, (iii) la estructura de nuestra balanza comercial incorpora tres tipos de bienes importados, entre ellos los de capital que evolucionan acorde con la inversión, y las exportaciones son movidas por el sector exportable, el mismo que se beneficia tardíamente del choque.

Figura 22. *Posterior* de las IRF de variables externas ante un choque a la inversión extranjera



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Respecto al canal financiero, la menor disponibilidad de productos transables provenientes de una menor producción del sector importable y la caída inicial de la inversión extranjera reducen los activos externos netos por debajo de su nivel de largo plazo. Esta caída incrementa la prima por riesgo y eleva la tasa de interés pagada por la deuda. La combinación de ambos efectos da como resultado una reducción, en los primeros trimestres, de los ingresos netos por intereses. Como se puede notar en la figura 22, la evolución de los intereses amplifica el impacto negativo de la balanza comercial sobre la cuenta corriente.

Por otro lado, el mayor capital extranjero que utiliza la economía, producto de la recuperación de la inversión en los próximos trimestres, impacta negativamente sobre la renta pagada por él. En consecuencia, los ingresos netos por utilidades empiezan a mostrar una evolución positiva que refuerza la expansión de la balanza comercial, luego

de la caída, haciendo que la recuperación de la cuenta corriente sea más notoria. Otra vez, se ha podido comprobar que el rendimiento pagado por pasivos externos netos puede ejercer efectos opuestos a los de la balanza comercial sobre la cuenta corriente y generar una evolución distinta de ambas.

5.4 Descomposición de varianza

En esta subsección se analiza la descomposición de la varianza de las principales variables endógenas —principalmente del sector real y externo— y se analiza la magnitud de la contribución de cada tipo de choque a dicha varianza. En ese sentido, se consideró pertinente realizar la comparación entre la especificación base y la especificación que ya incluye a todos los choques estudiados en esta investigación, con el fin de evaluar las principales ganancias, en conjunto, de incluir los mecanismos propuestos.

5.4.1 Especificación base

Cuando solo se consideran los choques tradicionales de pequeñas economías abiertas, encontramos que el 69,28% de la varianza de la cuenta corriente se encuentra explicada por cambios en los precios de exportación, los cuales, a su vez, son la única fuente de variación de los términos de intercambio. Esta preponderancia de los choques a precios de exportación se explica porque estos son los principales causantes de volatilidad en los ingresos netos por utilidades (76,46%), componente que en los últimos años ha sido clave para explicar la dinámica de la cuenta corriente peruana. Asimismo, las fluctuaciones de precios externos también explican una importante proporción de la dinámica de la balanza comercial (36,42%), otro componente de conocida relevancia en la cuenta corriente. En menor medida, las variaciones de la cuenta corriente son explicadas por factores internos relacionados a las productividades de cada sector de esta economía (30,72%). Así, encontramos que el choque más importante para explicar la variabilidad de la cuenta corriente es el de productividad exportable (20,56%) debido al impacto que genera sobre las exportaciones, las importaciones de capital, la inversión extranjera y los pagos por el uso del capital extranjero.

Estos resultados son evidencia clara de que los términos de intercambio afectan a la cuenta corriente, no solo a través del canal comercial, sino también a través de su impacto

en la renta que se paga por el uso de capital externo —principalmente en los egresos por utilidades—; pues, como se encontró en las regularidades empíricas, ambos exhiben una correlación de 33%. En este contexto, no se puede concluir directamente que un choque a los términos de intercambio genera un superávit en cuenta corriente porque el efecto negativo sobre la renta de factores podría llegar a compensar completamente las presiones superavitarias descritas previamente.

Por otro lado, cabe resaltar que los choques a la productividad del sector importable son los que explican en mayor medida las variaciones de la balanza comercial (53,79%), superando a los choques a los precios de exportación. Esto se debe a que, dada la configuración de esta economía, este tipo de choques son los únicos que afectan directamente la inversión doméstica, el consumo de bienes transables y la producción nacional de bienes importables, factores que en conjunto determinan la absorción doméstica; y, en consecuencia, el saldo de la balanza comercial. Con estos resultados, estaríamos replicando la importancia del *efecto volumen* que compone al punto de Absorción doméstica en la tabla 5 de la sección de Regularidades empíricas. De esta manera, se reconoce el hecho estilizado de que no todas las variaciones de la balanza comercial se explican por un efecto precio, sino que, en periodos de recuperación económica, el efecto volumen cobra importancia.

Respecto a las cuentas nacionales, encontramos que los choques a los precios de exportación solo son relevantes para explicar la variabilidad del consumo (32,81%); mientras que, cuando se trata de entender las fluctuaciones del producto y la inversión, estos pierden casi por completo su poder explicativo, debido a su elevada dependencia de los choques internos de productividad, particularmente al sector importable. La razón de esta diferencia en las estructuras de varianza se encuentra asociada a la reducida elasticidad de sustitución intertemporal del consumo, que permite que este componente se mantenga relativamente estable ante choques internos de productividad; pues, los agentes tienen la posibilidad de intercambiar inversión doméstica por consumo ante choques negativos. Sin embargo, el consumo responde más a choques en la productividad no transable porque en ese sector la oferta de trabajo es elástica y los agentes pueden realizar sustituciones intratemporales que incrementan su volatilidad.

En promedio, el choque a la productividad del sector no transable es el que menos explica la varianza de las variables presentadas en el cuadro inferior; mientras que, el choque a

la productividad del sector importable es el que más explica la variabilidad de las variables mostradas.

Tabla 16. Descomposición de varianza con la especificación base

Choques	Producto	Consumo	Inversión	Términos de intercambio	Balanza comercial	Ingresos netos por intereses	Ingresos netos por utilidades	Cuenta corriente
Choques de oferta								
Productividad del sector exportable	1,19	9,27	0,12	0,00	8,22	1,61	22,79	20,56
Productividad del sector importable	98,14	20,00	96,83	0,00	53,79	63,60	0,65	8,68
Productividad del sector no transable	0,16	37,92	2,24	0,00	1,58	19,06	0,10	1,48
Choques externos								
Precios de exportación	0,50	32,81	0,81	100,00	36,42	15,73	76,46	69,28

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.4.2 Especificación completa

Cuando tenemos incorporados todos los mecanismos de transmisión que se quieren estudiar en el presente trabajo, se encuentra que el choque a los precios de exportación pierde poder explicativo sobre las cuentas externas, principalmente, sobre la cuenta corriente: este choque pasó de causar el 69,28% de su volatilidad en el modelo base a explicar tan solo el 2,82% de su varianza en el modelo completo. Este cambio en la estructura de varianza favorece a la productividad no transable que ahora causa el 57,68% de las variaciones de la cuenta corriente, siendo también este sector el más preponderante para explicar los cambios en la balanza comercial. Respecto a los otros componentes de la cuenta corriente, los ingresos netos por intereses, como es esperado, son explicados principalmente por los choques a la tasa de interés —tanto aquellos vinculados a factores internos como aquellos de origen global—; en tanto, la varianza de los ingresos netos por utilidades tiene como principal determinante al choque a la productividad del sector exportable.

Las diferencias se explican por la sustitución de la persistencia durante la estimación bayesiana y por el surgimiento de A^n como el principal impulsor de la absorción doméstica. La introducción de nuevos choques financieros externos absorbe gran parte de la persistencia de las variables externas, lo que reduce la persistencia del choque a los

precios de exportación (moda a posteriori de ρ^x cae de 0,980 a 0,721) y disminuye notablemente su poder explicativo. Simultáneamente, el choque a la productividad no transable se reestima como un choque estructural altamente persistente (moda a posteriori de ρ^n sube de 0,415 a 0,965). Este nuevo carácter persistente convierte a A^n en el motor dominante de la absorción doméstica (consumo e inversión). Dado que el sector no transable es menos dependiente de las dinámicas externas, el aumento de su productividad se traduce en fluctuaciones persistentes de gasto que presionan directamente la balanza comercial, explicando así su mayor preponderancia sobre la volatilidad de la cuenta corriente.

De los mecanismos adicionales, los choques a la tasa de interés son los principales determinantes de todas las variables externas, excepto de los ingresos netos por utilidades. Este resultado se debe a la importancia del efecto ingreso generado por cambios en las tasas que se deben pagar por los activos externos netos sobre la inversión, en vista de la baja elasticidad de sustitución intertemporal —en comparación con la intratemporal— que determinó la estimación de parámetros con datos de Perú. Por su parte, la descomposición de varianza de los ingresos netos por utilidades es bastante consistente con lo reportado en la sección de regularidades empíricas; pues, las utilidades son procíclicas y, exhiben una correlación alta y positiva con los términos de intercambio.

Respecto a las variables reales, la varianza del producto se encuentra principalmente explicada por el choque a la productividad importable (39,83%) y por el choque a las preferencias de los inversionistas internacionales (37,27%). Similar al caso de los ingresos netos por intereses, la inversión es explicada, debido a las razones ya mencionadas, por los choques a la tasa de interés internacional (prima por riesgo y preferencia de inversionistas) con una suma de 95%. Cabe mencionar que los choques externos ahora son capaces de explicar más de la mitad de la volatilidad del producto y casi la totalidad de la varianza de la inversión, quitándole gran importancia al sector que produce domésticamente bienes sustitutos de las importaciones: en la especificación base, este explicaba más del 90% de dichas variables.

Tabla 17. Descomposición de varianza con el modelo completo

Choques	Producto	Consumo	Inversión	Términos de intercambio	Balanza comercial	Ingresos netos por intereses	Ingresos netos por utilidades	Cuenta corriente
Choques de oferta								
Productividad del sector exportable	0,09	1,43	0,01	0,00	0,91	0,03	43,43	10,46
Productividad del sector importable	39,83	0,23	1,41	0,00	2,25	1,80	0,52	1,29
Productividad del sector no transable	9,07	91,82	0,92	0,00	49,67	6,21	27,78	57,68
Choques externos								
Precios de exportación	0,06	0,29	0,02	83,28	1,10	0,05	17,61	2,82
Precios de importación	1,59	0,04	0,07	16,72	0,11	0,06	0,05	0,06
Prima por riesgo	11,82	1,45	39,73	0,00	12,16	37,58	2,80	8,94
Preferencias de los inversionistas internacionales	37,27	4,63	55,69	0,00	33,12	54,01	7,72	18,40
Inversión extranjera	0,27	0,10	2,15	0,00	0,68	0,26	0,10	0,34

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En contraste, la varianza del consumo se encuentra explicada principalmente por el choque a la productividad del sector no transable, con participación de 91,82%. Este resultado presenta evidencia a favor de la presencia de un fuerte mecanismo de suavizamiento del consumo que impide que esta variable sea dependiente de choques externos. Tal mecanismo consiste en que los agentes ajusten la inversión doméstica (sector importable y no transable) y la oferta de trabajo (sector no transable) en la magnitud necesaria para no afectar de manera importante al consumo. Lo encontrado se encuentra en línea con la reducida correlación que el consumo exhibe con variables externas como los términos de intercambio, el precio de los fletes y los pagos por intereses. Por otro lado, los choques a las tasas de interés son los choques externos más importantes en la determinación de las variaciones de las cuentas nacionales, principalmente de la inversión. Si bien, no son tan importantes para explicar el consumo, su poder explicativo es superior al que ofrecen los precios de exportación, dejando bastante rezagados a estos últimos como determinante de las variables reales.

En términos comparativos entre la especificación más simple y la completa, se puede concluir que, si bien algunos de los mecanismos adicionales —como el choque a los precios de importación y a la inversión extranjera— no explican en gran proporción la

varianza de la cuenta corriente y otras variables del sector real, su inclusión permite identificar consistentemente el impacto de sectores domésticos menos ligados con los choques internacionales como el sector no transable, tal impacto es subestimado en modelos tradicionales como Mendoza (1995). Así pues, en promedio, el choque más importante en la especificación base era a la productividad del sector importable y pasó a ser el choque a la productividad no transable en la especificación completa. Finalmente, en el modelo completo, los términos de intercambio tienen 2 fuentes de variación: la fuente adicional explica el 16,72% de su varianza. Este hecho permite que el impacto de choques a estos precios relativos ya no sea único, sino que más bien, dependa del origen del choque, lo cual refuerza el hecho estilizado de un debilitamiento en el efecto expansivo tradicionalmente asociado a los términos de intercambio, que ya viene siendo estudiado en las investigaciones relacionadas al sector externo.

5.5 Simulación con las modas a posteriori

En esta sección, se utilizan las modas de las distribuciones a posteriori de los parámetros más relevantes que resultaron de la estimación de cada una de las especificaciones del modelo para calibrarlo y simular datos artificiales a partir de dicha calibración. Con los datos simulados de las variables endógenas de interés, se procedió a calcular una serie de estadísticos que permitieron la validación de los hechos estilizados más importantes de la economía peruana. El énfasis de esta validación se encuentra en replicar varias de las regularidades empíricas del sector externo que trabajos más tradicionales no logran encontrar, sin descuidar aquellas regularidades relacionadas al ciclo económico, muy bien documentadas en dichas investigaciones.

En esa línea, se calcularon persistencias, volatilidades y correlaciones entre variables que permitieron caracterizar el ciclo económico y las dinámicas externas generadas por cada una de las especificaciones del modelo. Los principales resultados se muestran en la tabla 18, en la que también se resumen los principales estadísticos de los datos peruanos —ya presentados en la sección de regularidades empíricas— con el fin de facilitar la comparación y evaluación del buen desempeño del modelo propuesto. Si bien los estadísticos descriptivos varían de una especificación a otra, en líneas generales, se mantienen las principales características de las variables y la esencia de las relaciones entre ellas.

Respecto al ciclo económico, encontramos que: (i) el producto exhibe una volatilidad moderada, siendo mucho menor en la especificación completa; (ii) el producto muestra un grado adecuado de persistencia, la cual es bastante elevada solo en el modelo base; (ii) el consumo es menos volátil que el producto y la inversión en todas las especificaciones, a excepción del modelo base; y (iii) la inversión privada es más volátil que el producto en la especificación 3 y en el modelo completo, en tanto, en el modelo base resulta ser poco volátil, contradiciendo lo observado empíricamente.

Con relación a las dinámicas externas, tenemos que: (i) la balanza comercial y la cuenta corriente son mucho más volátiles que las cuentas nacionales, esta volatilidad se dispara en la especificación base y se reduce significativamente cuando solo se adicionan choques a los precios de importación; (ii) la balanza comercial es contracíclica a lo largo de todos los modelos; (iii) se comprueba la existencia de un efecto HML bajo en las especificaciones 1 y 4; y (iv) se logra replicar la contraciclicidad de la cuenta corriente, la cual se mantiene sólida a la inclusión de los choques adicionales, y se sustenta en la relación negativa que existe entre los ingresos netos por utilidades y la cuenta corriente.

Tabla 18. Estadísticos de los datos simulados por el modelo

	Datos	Especificación Base	Especificación 2	Especificación 3	Especificación completa	
Características del ciclo	σ_y	0,06	0,30	0,31	0,25	0,09
	ρ_y	0,34	0,92	0,54	0,47	0,45
	$\frac{\sigma_c}{\sigma_y}$	0,79	8,29	0,63	0,78	0,43
	$\frac{\sigma_{inv}}{\sigma_y}$	1,89	0,27	0,48	1,56	2,55
	$\frac{\sigma_{tb}}{\sigma_y}$	1,59	142,47	3,12	4,11	9,70
	$\frac{\sigma_{ca}}{\sigma_y}$	9,25	54,84	2,53	3,40	22,80
Características de la dinámica externa	ρ_{tot}	0,83	0,96	0,88	0,80	0,73
	$\rho_{tb,tot}$	0,47	0,12	-0,45	-0,14	0,06
	$\rho_{tb,y}$	0,02	-0,88	-0,96	-0,97	-0,69
	$\rho_{int,y}$	0,00	0,95	0,92	0,76	0,04
	$\rho_{util,y}$	-0,49	-0,50	-0,97	-0,97	-0,93
	$\rho_{ca,y}$	-0,48	-0,93	-0,98	-0,52	-0,61

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A través de las especificaciones, es claro que la especificación con todos los choques incorporados es la que se aproxima de manera más cercana a los hechos estilizados de la economía peruana, ya que replica los siguientes hechos: magnitud de la contraciclicidad de la cuenta corriente, volatilidad baja y persistencia moderada del PBI, el suavizamiento

del consumo, la magnitud de la mayor volatilidad de la inversión respecto al producto, el hecho de que las cuentas externas sean más volátiles que el PBI, la persistencia de los términos de intercambio y las correlaciones de tanto los ingresos netos por intereses como de los ingresos netos por utilidades con el producto. Sin embargo, sobreestima la cuantía del exceso de volatilidad relativa de las cuentas externas respecto al PBI; obtiene un efecto HML bajo en comparación a los datos; y, permite encontrar una contraciclicidad de la balanza comercial, a pesar de que en los datos dicha correlación es casi nula.

Aunque el modelo completo tiene un desempeño claramente superior, todas las especificaciones representan mejoras en la réplica de hechos estilizados, respecto al modelo tradicional de economía pequeña y abierta con choques a los precios de exportación. En ese sentido, algunos aspectos que se pueden destacar de las otras especificaciones son que las volatilidades relativas del consumo, la inversión y la cuenta corriente respecto al producto son más cercanas a los datos cuando no se incluyen choques a la inversión extranjera; mientras que, la volatilidad relativa de la balanza comercial respecto al PBI es más cercana a los datos cuando tampoco se incluyen choques a los precios de importación. También, la magnitud de la persistencia de los términos de intercambio y de la contraciclicidad de la cuenta corriente se aproximan más a los datos en la especificación 3. Por último, el efecto HML y, la correlación entre los ingresos netos por utilidades y el producto cuentan con valores más parecidos a la evidencia empírica en la especificación base. Este último hecho no causa sorpresa porque ese modelo basado en Mendoza (1995) tiene como fortaleza principal la simulación adecuada de la dinámica de la balanza comercial.

En síntesis, este ejercicio permitió demostrar que las dinámicas de la balanza comercial y la cuenta corriente en los datos exhiben características diferenciadas que los modelos teóricos no deben pasar por alto. Una especificación que permita definir la balanza comercial de una manera distinta a la cuenta corriente, pero que contenga solo los choques tradicionales falla en replicar la magnitud de volatilidades y el signo de algunas correlaciones, exacerbando la volatilidad del consumo y las cuentas externas. Sin embargo, la inclusión de choques adicionales modula los resultados iniciales y cada uno de ellos, en particular, permite replicar un aspecto importante de las dinámicas externas e internas, presentando así evidencia a favor del trabajo realizado en esta investigación.

5.6 Errores de predicción de las principales variables endógenas

En el proceso de estimación de modelos DSGE, las variables endógenas no observables (llamadas estados latentes) son inferidas con el filtro de Kalman. Este filtro tiene carácter recursivo; es decir, en primer lugar, se obtienen las predicciones un paso adelante (periodo t) de las variables observables a partir de la información hasta $t - 1$. Luego, cuando se incorpora la observación real del periodo t , el filtro actualiza la estimación previa del estado latente no observable usando la regla de Bayes. En ese sentido, la diferencia entre las series filtradas —antes de la actualización con la información real— y la serie de datos efectiva permite construir una medida del desempeño predictivo del modelo DSGE subyacente. Siguiendo a la literatura de predicción de series de tiempo, se calculó el error cuadrático medio (ECM) de las innovaciones, esta medida de ajuste agregada consiste en la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los errores de predicción en cada periodo. Un ECM menor indica que las predicciones del modelo para el cual se calculó dicho indicador están, en promedio, más cerca de los datos observados, que las predicciones de otros modelos (Chatfield (2000); Hyndman y Athanasopoulos (2018)).

Con el fin de complementar la evaluación del marco propuesto, se calculó el ECM de todas las especificaciones para la cuenta corriente —variable de interés principal en el análisis—, la balanza comercial y el producto utilizando como insumos las series filtradas y las series efectivas transformadas. Los resultados del ECM para cada especificación (ver tabla 12) y variable se presentan en la tabla 19. Dado que las variables han sido transformadas para tener media cero, los ECM pueden interpretarse en términos de la magnitud de los errores alrededor de cero. Se encuentra que, en general, la estructura productiva interna y externa propuesta en este trabajo tiene una buena capacidad predictiva que permite comparaciones válidas entre variables y especificaciones. Este buen ajuste se atribuye, además de a la sólida estructura teórica, a la incorporación de un conjunto amplio de 14 variables observables relevantes, que incluyen tanto variables externas (como los componentes de la cuenta corriente) como internas (indicadores de actividad económica e índices de precios). Esta inclusión mejora la identificación de los parámetros más profundos —especialmente aquellos de transmisión de choques— y disciplina la estimación bayesiana del modelo DSGE. Este resultado es consistente con la literatura sobre modelos DSGE de escala media, como el propuesto por Smets y

Wouters (2007), quienes destacan que la combinación de una estructura estocástica detallada, fricciones nominales y reales, y un conjunto relevante de series observables contribuye a mejorar significativamente el ajuste del modelo y su capacidad predictiva fuera de la muestra.

Tabla 19. Errores de predicción del producto, de la balanza comercial y de la cuenta corriente

Variable	Error Cuadrático Medio			
	Especificación Base	Especificación 2	Especificación 3	Especificación completa
Producto	1,90	0,09	0,97	1,62
Balanza Comercial	1,42	1,37	2,07	11,42
Cuenta Corriente	20,25	4,14	5,43	23,11

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cuando al marco base se les agregan choques a los precios de importación, se obtienen las mejores predicciones de las 3 variables mencionadas, pues los ECM generados son menores en tal especificación. A nivel de variables, también tenemos un buen desempeño predictivo de la especificación 3 para el PBI y la cuenta corriente; y, del modelo base para la balanza comercial. Si bien la inclusión de todos los choques (especificación completa) genera mayores desvíos en la predicción de las cuentas externas, su precisión en la proyección del producto es más alta que la de la especificación base.

Entre las 3 variables analizadas, se encuentra un mayor error de predicción en la cuenta corriente, esto se explica por la inclusión de una definición más amplia y cercana a la oficial que no es común en la literatura. La gran diferencia entre el ECM de la cuenta corriente y la balanza comercial revela la complejidad que trae consigo la estimación de los otros dos componentes menos predecibles de la cuenta corriente: egresos por intereses y egresos por utilidades. Por otro lado, el producto es la variable en la que se cuenta con menores errores de predicción, por ser bastante común el análisis de este agregado en los modelos macroeconómicos. Este resultado muestra que nuestro modelo consigue mejoras en la predicción de la cuenta corriente sin perder precisión en las dinámicas generadas sobre el PBI.

Cabe mencionar que, no se encuentra una mejora sistemática con el incremento progresivo de la complejidad del modelo; se obtienen resultados heterogéneos en ese sentido, ya que en algún caso una especificación distinta a la completa obtiene un ECM

más bajo. Ello estaría asociado a que un modelo con más mecanismos puede describir mejor las dinámicas y detallar la transmisión de los choques, pero podría exacerbar la magnitud de los desvíos respecto al estado estacionario, generando así un mayor ECM. Sin embargo, como ya se mencionó, el modelo completo exhibe un adecuado desempeño predictivo con ECM pequeños, si consideramos que la media de los datos es 0. En ese sentido, la evidencia sugiere que no es únicamente la riqueza de datos la que contribuye a este resultado, sino la capacidad del modelo para capturar adecuadamente las principales dinámicas externas mediante su estructura teórica.

CONCLUSIONES

En síntesis, este modelo y los mecanismos adicionales propuestos —con choques tanto a los precios de importación como a la tasa de interés internacional y a la inversión extranjera— muestran, en conjunto, dinámicas coherentes con la teoría económica, así como un correcto desempeño al evaluar su capacidad de explicar los hechos estilizados de la economía peruana.

Los resultados de la estimación de parámetros para las distintas especificaciones del modelo permiten identificar aquellos que son más robustos ante la inclusión de choques. Cada parámetro está asociado a una ecuación específica que contribuye a construir los mecanismos de transmisión de los choques exógenos hacia las variables endógenas de interés: la cuenta corriente y sus componentes. Los parámetros asociados a estructuras productivas tendieron a ser los que presentaron mayor variabilidad; mientras que, los relacionados a preferencias de los hogares tuvieron menores intervalos de confianza. Entre especificaciones, los parámetros de persistencias y desviaciones estándar fueron los más estables.

El cálculo del RF para cada parámetro permite concluir que la estimación de estos representa una mejora respecto a la distribución a priori, ya que se logra reducir la varianza de la mayoría de ellos en todas las especificaciones del modelo tras incorporar los datos. Esto indica un claro aprendizaje bayesiano, donde las distribuciones a priori se ajustan a la evidencia empírica, permitiendo conocer con mayor precisión el rango de valores que pueden tomar los parámetros. El análisis conjunto del grado de robustez de los parámetros es valioso, ya que permite delimitar con mayor claridad los alcances y las debilidades del modelo en el análisis de la cuenta corriente.

En términos de comparación de los modelos, la especificación completa (la que incluye todos los choques estudiados) es la que genera mejores ajustes a los datos, lo que se concluye a partir de la comparación de la *marginal density*. Por tanto, el análisis de las funciones de impulso respuesta y la descomposición de la varianza se realizan con dicha especificación. De manera general, el hecho de que la especificación del modelo que posee una mayor bondad de ajuste sea el que incluye todos los choques revela la gran importancia que tienen los precios de importación, los ingresos netos por intereses y los ingresos netos por utilidades en las fluctuaciones de la cuenta corriente.

El análisis de las funciones de impulso respuesta presentó evidencia a favor de diferenciar entre los conceptos de balanza comercial y cuenta corriente, sugiriendo que estas podrían comportarse de manera muy similar solo en el corto plazo. Al hacer una evaluación de mediano plazo, los efectos sobre flujos financieros y de factores productivos cobran relevancia, determinando, en combinación con los flujos comerciales, la senda de la cuenta corriente. En línea con la evidencia empírica, se diferenció el impacto de la absorción doméstica —la cual se encuentra ligada al canal comercial— del rendimiento neto pagado por pasivos externos —más relacionada con el canal financiero—. Estos canales impactan la cuenta corriente en distintos momentos y magnitudes que dependen de la particularidad de cada choque, pero que, en general, son importantes determinantes de las dinámicas externas que no deben ser ignorados.

Adicionalmente, en términos de la varianza de las variables endógenas, se encuentra que la volatilidad de la cuenta corriente es explicada por distintos choques y que depende de la especificación del modelo, entre los cuales destacan los precios de exportación y, las productividades de los sectores exportable y no transable. De los mecanismos adicionales, los choques a la tasa de interés son los principales determinantes de todas las variables externas, excepto de los ingresos netos por utilidades. En suma, los choques externos son capaces de explicar más de la mitad de la volatilidad del producto y casi la totalidad de la varianza de la inversión en la especificación completa, quitándole la importancia que tenía el sector que produce domésticamente bienes sustitutos de las importaciones en la especificación base. Se puede notar que, si bien los mecanismos adicionales no explican en gran proporción la varianza de la cuenta corriente, su inclusión permite identificar consistentemente el impacto de sectores domésticos menos ligados con los choques internacionales como el sector no transable, tal impacto es subestimado en los modelos tradicionales como los de Mendoza (1995).

Posteriormente, el ejercicio de simulación con los parámetros asignados a sus modas a posteriori es consistente con las regularidades empíricas documentadas previamente, entre las que destacan la contraciclicidad de la cuenta corriente, la correlación positiva entre términos de intercambio y balanza comercial, el suavizamiento del consumo y las volatilidades relativas de variables reales. También, los resultados obtenidos muestran que la dinámica de la economía peruana es significativamente mejor explicada cuando se incluyen los mecanismos adicionales propuestos que capturan la interacción entre los términos de intercambio y otros componentes clave de la cuenta corriente, como los

ingresos netos por intereses y utilidades. Ello subraya que reducir el análisis únicamente a los efectos de los términos de intercambio sobre la balanza comercial es insuficiente y no captura plenamente la complejidad de la cuenta corriente.

En conclusión, todo este análisis revela evidencia robusta de que la incorporación de nuevos mecanismos de transmisión a la configuración base del modelo que explica principalmente a la balanza comercial mejora no solamente el ajuste a los datos, sino también la capacidad del nuevo marco para generar dinámicas consistentes con la teoría económica. Ello refuerza la importancia de considerar elementos más allá de la balanza comercial, como los flujos de ingresos primarios, para entender los movimientos de la cuenta corriente. Por tanto, se demuestra que una comprensión más precisa y completa de la cuenta corriente requiere, además de identificar los choques que afectan directamente los términos de intercambio, incluir otras fuentes de variación, y aprovechar la información contenida en sus observaciones empíricas. Este enfoque más amplio es fundamental para capturar las relaciones dinámicas entre los distintos componentes de la cuenta corriente y mejorar la interpretación de los desequilibrios externos en economías pequeñas y abiertas como la peruana.

RECOMENDACIONES

En vista de la importancia identificada en todos los componentes de la cuenta corriente de la balanza de pagos —más allá de la tradicional atención exclusiva a la balanza comercial, como es común en el análisis del sector externo de países desarrollados y en modelos seminales como Mendoza (1995)—, se recomienda monitorear de cerca la evolución de los demás componentes, especialmente los ingresos netos por intereses de la deuda externa y los ingresos netos por utilidades de las empresas con inversión extranjera.

Se sugiere, además, que futuros estudios realicen un esfuerzo más integral en modelar la estructura subyacente de otras partidas de la cuenta corriente, incorporando los mecanismos que las vinculan entre sí y aquellos que sean particulares a ellas. Esto implica no solo incluir mecanismos de transmisión adicionales en los modelos, sino también utilizar datos empíricos para estimar estos efectos y cuantificar el impacto.

Asimismo, la estimación de parámetros demuestra ser una herramienta útil para mejorar el análisis económico, al superar las limitaciones de la calibración tradicional. Incorporar datos permite reducir la incertidumbre sobre parámetros poco explorados en la literatura y proporciona valores más acordes con la evidencia empírica. Esto es crucial cuando se trabaja con parámetros cuyos valores son poco conocidos o sobre los cuales la calibración podría cometer errores significativos. Aplicar estimación asegura que el modelo sea representativo de las características específicas de la economía en cuestión, lo que fortalece su capacidad explicativa y predictiva.

Como Boivin y Giannoni (2006) sugieren, las variables económicas no pueden ser medidas con exactitud a través de un solo indicador, por lo que, explotar la información disponible en bases de datos de gran escala permite estimaciones más precisas de conceptos teóricos y una mejor identificación de choques. En línea con este enfoque, una recomendación importante para futuras investigaciones es desarrollar y mantener bases de datos extensas y detalladas de indicadores relacionados con la cuenta corriente, que incluyan tanto sus componentes como variables vinculadas a sus determinantes internos y externos. Asimismo, sería valioso explorar métodos empíricos que permitan explotar adecuadamente estas bases de datos de alta dimensión en la estimación de modelos estructurales, lo que podría contribuir a mejorar la identificación de los parámetros

relevantes, enriquecer la caracterización de los ciclos económicos y fortalecer la capacidad predictiva de los modelos en contextos abiertos.

Las conclusiones obtenidas en este trabajo respaldan de manera contundente las mejoras logradas al replicar con exactitud la estructura de la cuenta corriente e incluir los mecanismos adicionales propuestos. La especificación completa no solo permite un ajuste más preciso a los datos, sino que también genera dinámicas consistentes con la teoría económica. Por ello, futuros estudios sobre determinantes de la cuenta corriente en economías emergentes o con alta dependencia del sector externo deberían adoptar enfoques similares, aprovechando tanto los datos disponibles como los mecanismos planteados en este trabajo. Esto permitirá una comprensión más precisa y confiable de las dinámicas macroeconómicas y contribuirá significativamente a la formulación de políticas económicas más efectivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Backus, D., Kehoe, P. & Kydland, F. (1992). International business cycles. *The Journal of Political Economy*, 100(4), 745 - 775.
- Backus, D., Kehoe, P. & Kydland, F. (1993). International business cycles: theory and evidence (No. w4493). Cambridge, Mass., USA: National Bureau of Economic Research.
- Backus, D., Kehoe, P. & Kydland, F. (1994). Dynamics of the Trade Balance and the Terms of Trade: The J-Curve? *American Economic Review*, *American Economic Association*, vol. 84(1), 84 - 103, March.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2024, 22 de noviembre). *Informe macroeconómico: III trimestre de 2024* (Nota de Estudios N.º 82). <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2024/nota-de-estudios-82-2024.pdf>
- Bernardo, J. & Smith, A. (1994). *Bayesian Theory*. Wiley.
- Boivin, J., & Giannoni, M. (2006). *DSGE models in a data-rich environment* (NBER Working Paper No. 12772). National Bureau of Economic Research.
- Box, G. & Tiao, G. (1973). *Bayesian Inference in Statistical Analysis*. Addison-Wesley.
- Brissimis, S., Hondroyannis, G., Papazogloe, C., Tsaveas, N. & Vasardani, M. (2011). Current account determinants and external sustainability in periods of structural change (DT. N° 1243).

- Cashin, P., Céspedes, L. & Sahay, R. (2004). Commodity Currencies and the Real Exchange Rate. *Journal of International Economics*, 63(1), 1 - 29.
- Cashin, P. & McDermott, C. (2002). Terms of Trade Shocks and the Current Account: Evidence from Five Industrial Countries. *Open Economies Review* 13, 219 – 235.
- Castillo, P., Montoro, C. & Tuesta, V. (2013). An estimated stochastic general equilibrium model with partial dollarization: A Bayesian approach. *Open Economies Review*, 24(2), 217 – 265.
- Chatfield, C. (2000). *Time – series forecasting* (2nd ed.). CRC Press.
- Chib, S. (1995). Marginal likelihood from the Gibbs output. *Journal of American Statistical Association*, 90(432), 1313 – 1321.
- Chib, S. & Jeliazkov, I. (2001). Marginal likelihood from the Metropolis–Hastings output. *Journal of the American Statistical Association*, 96(453), 270 – 281.
- Del Negro, M. & Schorfheide, F. (2008). Forming priors for DSGE models (and how it affects the assessment of nominal rigidities). *Journal of Monetary Economics*, 55(7), 1191 – 1208.
- Edwards, S. (1987). Tariffs, Terms of Trade, and the Real Exchange Rate in an Intertemporal Optimizing Model of the Current Account. Working Paper No. 2175, National Bureau of Economic Research.
- Edwards, S. (1989). Temporary Terms-of-Trade Disturbances, the Real Exchange Rate and the Current Account. *Economica*, 56(223), 343 – 357.

- Galindo, H., Montecinos, A. & Ortiz, M. (2024). *Dynamic Stochastic General Equilibrium Models*. Lima: Springer Cham.
- Gelman, A., Carlin, J., Stern, H., Dunson, D., Vehtari, A. & Rubin, D. (2013). *Bayesian Data Analysis* (3rd ed.). CRC Press.
- Geweke, J. (1999). Using simulation methods for Bayesian econometric models: Inference, development, and communication. *Econometric Reviews*, 18(1), 1 – 73.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z. & Krusell, P. (2000). The role of investment-specific technological change in the business cycle. *European Economic Review*, 44(1), 91 - 115.
- Harberger, A. (1950). Currency Depreciation, Income, and the Balance of Trade. *Journal of Political Economy*, 58(1), 47 – 60.
- Herbst, E. & Schorfheide, F. (2016). *Bayesian estimation of DSGE models*. Princeton University Press.
- Hyndman, R. & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts.
- Justiniano, A., Primiceri, G. & Tambalotti, A. (2010). Investment shocks and business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 57(2), 132 - 145.
- Justiniano, A., Primiceri, G. & Tambalotti, A. (2011). Investment shocks and the relative price of investment. *Review of Economic Dynamics*, 14(1), 102 - 121.

- Kass, R. & Raftery, A. (1995). Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association*, 90(430), 773 – 795.
- Laursen, S. & Metzler, L. (1950). Flexible Exchange Rates and the Theory of Employment. *The Review of Economics and Statistics*, 32(4), 281 – 299.
- Medina, J., Munro, A. & Soto, C. (2008). What drives the current account in commodity exporting countries? The cases of Chile and New Zealand. Working Paper No 446, Central Bank of Chile.
- Mendoza, E. (1991). Real Business Cycles in a Small Open Economy. *The American Economic Review*, 81(4), 797 - 818.
- Mendoza, E. (1995). The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations. *International Economic Review*, 36(1), 101 - 137.
- Morsy, H. (2015). Current Account Determinants for Oil-Exporting Countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 48(3), 122 - 133.
- Neumeier, P. & Perri, F. (2005). Business cycles in emerging economies: the role of interest rates. *Journal of monetary Economics*, 52(2), 345 - 380.
- Obstfeld, M. (1982). Aggregate Spending and the Terms of Trade: Is There a Laursen-Metzler Effect? *The quarterly Journal of Economics*, 97(2), 251 - 270.
- Raffo, A. (2010). *Technology Shocks: Novel Implications for International Business Cycles* (No. 992). International Finance Discussion Papers.

- Schmitt-Grohé, S. & Uribe, M. (2003). Closing small open economy models. *Journal of International Economics*, 61, 163 - 185.
- Schmitt-Grohé, S. & Uribe, M. (2018). How important are terms-of-trade shocks? *International Economic Review*, 59(1), 85 - 111.
- Sims, C., Waggoner, D. & Zha, T. (2008). Methods for inference in large multiple-equation Markov-switching models. *Journal of Econometrics*, 146(2), 255 – 274.
- Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach. *American Economic Review*, 97(3), 586–606.
<https://doi.org/10.1257/aer.97.3.586>
- Svensson, L. & Razin, A. (1983). The Terms of Trade and the Current Account: The Harberger-Laursen-Metzler Effect. *Journal of Political Economy*, 91(1), 97 - 125.
- Yang, L. (2011). An empirical analysis of current account determinants in emerging Asian economies. Cardiff Economics Working Papers, No. E2011/10, Cardiff University, Cardiff Business School, Economics Section.