

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACIÓN EX-ANTE DE LA EFICIENCIA Y EQUIDAD DEL SUBSIDIO A LOS COMBUSTIBLES EN EL ECUADOR MEDIANTE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CRISTHIAN ANDRES MONTENEGRO CASA

cmontenegro.am@gmail.com

DIRECTOR: JOSE FERNANDO RAMIREZ ALVAREZ, PhD

jose.ramirez@epn.edu.ec

Quito, Julio 2020

DECLARACIÓN

Yo, Cristhian Andres Montenegro Casa, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CRISTHIAN ANDRES MONTENEGRO CASA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Crithian Andres Montenegro Casa, bajo mi supervisión.

JOSE FERNANDO RAMIREZ ALVAREZ, PhD

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo, por permitirme aprender día a día, por cada lección puesta en el camino para conocer mejor el mundo y el motivo de nuestra existencia.

A mis padres y familia, por ser capaces de luchar y salir adelante en un mundo tan injusto, porque sin su arduo trabajo nada de esto sería posible.

A AIESEC y sus miembros, por sacarme de mi zona de confort y enseñarme la importancia de escribir una historia que valga la pena ser contada... quien no vive para servir, no sirve para vivir.

Al Club de Econometría, por ser fuente de inspiración y mostrarme el potencial de otras generaciones, por haber contribuido con parte de su conocimiento a los nuevos talentos.

A la Asociación de Estudiantes y el equipo que quedará para siempre en mi memoria, por otorgarme el mejor año de mi vida y ser pieza fundamental en el desarrollo de liderazgo. Nunca desconfíen de sus capacidades, dejen de lado sus temores y sean sus propios líderes, así podrán ser en el futuro la voz de los sin-voz.

A Richard Amaguaña, Andrea Albuja, Daniel Godoy y Liliana Trujillo, por ser mis mentores y apoyarme en mi crecimiento profesional.

A José Ramírez, por su paciencia. Sin su guía y desafíos constantes, este proyecto no hubiese podido ser llevado a cabo.

A Paúl, Jess, Nohe, Lesly y Rosita, mis colegas, por darme la oportunidad de compartir tantos momentos.

A Mari, por haber formado parte de cada una de las líneas anteriores.

DEDICATORIA

A todos y todas quienes sufren diariamente los efectos de las desigualdades y el subdesarrollo, en especial en estos duros momentos para el país y el mundo. El trabajo de las ciencias económicas no estará completo hasta que ustedes sean libres.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUCCIÓN	3
2 ESTADO DEL ARTE	7
2.1 Marco conceptual	7
2.1.1 Funciones de la política fiscal	7
2.1.2 Eficiencia y equidad	10
2.2 Evidencia empírica	12
2.2.1 Contexto internacional	13
2.2.2 Contexto ecuatoriano	15
3 MARCO METODOLÓGICO	20
3.1 Fundamentos de los MEGC	20
3.1.1 Bases microeconómicas del equilibrio	20
3.1.2 Elementos analíticos de un MEGC	22
3.1.3 Aplicaciones en el caso ecuatoriano	23
3.2 Proceso de construcción de un MEGC	26
3.2.1 Diseño	26
3.2.2 Calibración	27
3.2.3 Programación	27
3.2.4 Simulación	27
4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	30
4.1 Preliminares	30
4.2 Diseño	33
4.2.1 Problema de la industria	33
4.2.2 Problema del sector externo	35
4.2.3 Problema de los hogares	38
4.2.4 El Gobierno	40

4.2.5	Sistema de precios	40
4.2.6	Ecuaciones de equilibrio	41
4.2.7	Reglas de cierre	42
4.3	Datos y calibración	42
4.3.1	Matriz de Contabilidad Social	42
4.3.2	Elasticidades de sustitución	46
4.3.3	Proceso de calibración	46
4.4	Programación	47
5	RESULTADOS	49
5.1	Análisis descriptivo	49
5.2	Análisis contrafactual	57
5.2.1	Descripción de los escenarios	57
5.2.2	Agregados macroeconómicos	61
5.2.3	Industrias	67
5.2.4	Hogares	70
5.3	Discusión	74
5.3.1	Funciones de la política fiscal	74
5.3.2	Disyuntiva entre eficiencia y equidad y otros problemas	76
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1	Conclusiones	79
6.2	Recomendaciones	81
	REFERENCIAS	83
	ANEXOS	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Subsidios a los combustibles en el Ecuador 2002-2019	50
Gráfico 2. Subsidios por tipo de combustible en el Ecuador 2002-2019	51
Gráfico 3. Relaciones de encadenamiento productivo (exceptuando autoconsumo)	52
Gráfico 4. Déficit Gobierno Central y subsidios a los combustibles	53
Gráfico 5. Consumo anual de combustibles de los hogares por quintiles de ingreso	54
Gráfico 6. Distribución del consumo anual de los hogares por tipo de combustible	55
Gráfico 7. Gasto gubernamental en educación, salud y subsidios a los combustibles	55
Gráfico 8. Presupuesto para subsidios a los combustibles y sociales	56
Gráfico 9. Consumo de gasolina de bajo octanaje y diésel según el quintil de ingreso	59
Gráfico 10. Variaciones porcentuales del PIB	61
Gráfico 11. Variaciones porcentuales del consumo, producción y remuneraciones	62
Gráfico 12. Variaciones del consumo de hogares, balanza comercial e importaciones	63
Gráfico 13. Variaciones porcentuales del IPC	63
Gráfico 14. Variaciones porcentuales del ingreso fiscal	65
Gráfico 15. Variaciones porcentuales del ingreso por impuestos directos e indirectos	65
Gráfico 16. Variaciones porcentuales del monto destinado a subsidios	66
Gráfico 17. Variaciones porcentuales del índice de Gini	67
Gráfico 18. Variaciones porcentuales del ingreso disponible	71
Gráfico 19. Variaciones porcentuales del ingreso disponible por quintil de ingreso	72
Gráfico 20. Variaciones porcentuales de la brecha de pobreza en el quintil más pobre	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la evidencia empírica ex-ante revisada	18
Tabla 2. Sectores productivos incluidos dentro del modelo	31
Tabla 3. Valores agregados de la Matriz de Contabilidad Social usada en el modelo	45
Tabla 4. Elasticidades de sustitución para el MEGC	46
Tabla 5. Número de ecuaciones por cada nivel de decisión	48
Tabla 6. Intensidad del consumo de combustibles por las industrias no petroleras	52
Tabla 7. Resumen de la reforma implementada con el Decreto N° 619-2018	57
Tabla 8. Resumen de la reforma implementada con el Decreto N° 883-2019	57
Tabla 9. Propuesta de focalización en el consumo final de los hogares	59
Tabla 10. Propuesta de focalización en el consumo intermedio de las industrias	60
Tabla 11. Resumen de los escenarios contrafactuales	60
Tabla 12. Variaciones porcentuales de los precios al consumidor	64
Tabla 13. Variaciones porcentuales del VAB sectorial real	68
Tabla 14. Variaciones porcentuales del excedente bruto de explotación	69
Tabla 15. Variaciones porcentuales de las remuneraciones	69
Tabla 16. Variaciones porcentuales del consumo final real de bienes	71
Tabla 17. <i>Checks and balances</i> de los subsidios a los combustibles en el Ecuador	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resolución de los problemas de elección de los agentes	89
Problema de la industria	89
Problema del sector externo	91
Problema de los hogares	93
Anexo 2. Calibración de los parámetros de distribución	93
Problema de la industria	95
Problema del sector externo	95
Problema de los hogares	96
Anexo 3. Homologación de los sectores del modelo con la MCS	97
Anexo 4. Valores de la MCS definitiva para calibrar el MEGC	100
Anexo 5. Sintaxis del modelo en GAMS	102
Anexo 6. Validación del modelo	110
Análisis de sensibilidad	110
Cifras oficiales	114

RESUMEN

La política de subsidios a los combustibles ha sido transversal a la historia económica del Ecuador desde su retorno a la democracia. Esta subvención ha recibido varias críticas debido a su falta de focalización y el alto costo de oportunidad que representa anualmente. A partir de 2017, el Gobierno ecuatoriano inició un plan de consolidación fiscal que, hasta el momento, ha involucrado tres reformas a esta política, la última de ellas fallida debido a la presión de movimientos sociales. A finales de 2019, el Ecuador se comprometió a estudiar nuevos mecanismos de focalización de los subsidios para mitigar el impacto de las reformas sobre los sectores más vulnerables. Por ello, el presente estudio evalúa los efectos macroeconómicos, en términos de eficiencia y equidad, de estos subsidios para así dar pautas de reforma bajo un enfoque empírico-cuantitativo. Se utiliza un Modelo de Equilibrio General Computable para la evaluación de escenarios contrafactuales, los cuales sugieren que, si se consideran criterios de progresividad y las relaciones de encadenamiento productivo de la economía, una focalización al consumo final de los hogares y al consumo intermedio de las industrias es una alternativa plausible para reducir significativamente los impactos de las reformas.

Palabras clave: Subsidios a los combustibles, Modelo de Equilibrio General, Ecuador

ABSTRACT

Fuel subsidy policy has been transversal to the economic history of Ecuador. These subsidies have received several criticisms due to their lack of targeting and the high opportunity cost. As of 2017, the Ecuadorian Government started a fiscal consolidation plan that, so far, has involved three reforms to this policy, the last one failed because of social movements pressure. In late 2019, Ecuador engaged to study new targeting mechanisms for this policy in order to mitigate the impact of the reforms on the most vulnerable sectors. Therefore, the following study evaluates the macroeconomic effects, in terms of efficiency and equity, of these subsidies for giving guidelines under an empirical-quantitative approach. A Computable General Equilibrium Model is used for the evaluation of counterfactual scenarios which suggest that, if progressiveness and productive linkages criteria are considered, targeting on the final consumption of households and the intermediate consumption of firms is a plausible alternative to reduce the negative effects of the reforms.

Keywords: Fuel subsidies, Computable General Equilibrium Model, Ecuador

1 INTRODUCCIÓN

Un dilema recurrente entre los economistas –en especial para los *policy-makers*– es la disyuntiva transversal sobre dos de los objetivos a alcanzar por la política pública: eficiencia y equidad. Las contribuciones teóricas de autores como Musgrave & Musgrave (1991), Stiglitz (2000) y Atkinson & Stiglitz (2015) permiten esclarecer el costo de oportunidad en medio de estos dos objetivos, pues está demostrado que si bien una política puede contribuir a reducir la desigualdad, su implementación podría requerir de una pérdida en la eficiencia del entorno económico, y viceversa.

Existen básicamente dos hipótesis sobre esta disyuntiva. Por un lado, están quienes sostienen que la eficiencia es mucho más importante que la equidad, pues promoviendo la eficiencia se lograría –en el largo plazo– disminuir las desigualdades a través de un mejor aprovechamiento de los recursos y, consecuentemente, un mayor crecimiento económico (*baking a bigger cake approach*). Por otro lado, están quienes aseguran que la equidad es la piedra angular de la política pública, pues permitiría alcanzar la igualdad de oportunidades y el bienestar para toda la población, independientemente de las pérdidas de eficiencia que esta conlleve (*dividing the cake more fairly approach*). Con ello, nace una discrepancia que puede ser extrapolada a cualquiera de las políticas públicas a ser implementadas dentro de una nación.

El principal cuestionamiento se presenta en las políticas fiscales de tributos y subsidios, pues se asegura que –gracias a las respuestas de equilibrio general– su imposición genera distorsiones dentro de todo el entorno económico (Stiglitz, 2000) y, por tanto, aleja a la economía de su verdadero estado de competitividad (Bulman, Fengler, & Ikhsan, 2008). La controversia es aún mayor para el caso de los subsidios, debido al flujo monetario asociado a su aplicación, especialmente en países en los cuales sus agentes consideran al subsidio como un derecho *de facto*, es decir, como un compromiso que debe asumir el Estado a pesar de que no esté obligado institucionalmente (Di Bella, y otros, 2015).

Las críticas se incrementan tras analizar el costo de oportunidad de un subsidio con respecto a cómo podría ser redireccionado ese gasto en otros programas *pro-crecimiento*, tales como la inversión pública en sectores estratégicos, infraestructura y políticas de incentivos para la competitividad (Bulman, Fengler, & Ikhsan, 2008). Sin embargo, las contrarréplicas emergen desde el punto de vista de las políticas sociales y sectoriales para el bienestar. Por ejemplo, Komives, Foster, Halpern & Wodon (2005) señalan que, en el caso de algunos servicios, los subsidios permiten mantenerlos asequibles y significan una manera eficaz para atacar a la pobreza y desigualdad en países en vías de desarrollo. A pesar de ello, organismos multilaterales como el Fondo Monetario Internacional – FMI (2013) han resaltado el estricto

requerimiento de reforma de los subsidios no focalizados, particularmente el de los combustibles; pues, en gran parte de los países que mantienen estos subsidios, el monto destinado para su cobertura es mucho mayor al presupuesto para educación y salud pública.

En el Ecuador el debate no ha sido distinto. Este país ha sido reconocido por ser una economía petrolera que mantiene altos niveles de subsidios (Ríos Roca, Garrón, & Cisneros, 2007), los cuales son incluidos dentro de su normativa. Así, el Artículo 285 de su Constitución recalca la importancia de los subsidios como instrumentos para la consecución de la redistribución del ingreso como objetivo de la política fiscal. De manera similar, los Objetivos 5 y 7 del Plan Nacional de Desarrollo (2017-2021) recogen la importancia de la progresividad en el gasto público de subsidios para que los servicios básicos y sociales puedan tener una diferenciación entre aquellos destinados al consumo y a la producción. Además, el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas establece en su Artículo 99 que anualmente la Proforma del Presupuesto General del Estado deberá contemplar la estimación del monto que irá dirigido al gasto en subsidios, siendo este un mecanismo de cierre de brechas de equidad.

Recientemente, el foco de las críticas se ha concentrado en los subsidios destinados al diésel y gasolinas, los cuales han sido considerados como ineficientes y regresivos¹. Es por ello que, amparado en un plan de austeridad fiscal iniciado a mediados de 2017, el Gobierno ecuatoriano empezó un proceso de reforma en la política de subsidios. La primera resolución se dio en agosto de 2018, con el Decreto Ejecutivo 490, en donde se redujo el subsidio para la gasolina de alto octanaje (súper). La segunda reforma se llevó a cabo meses más tarde, en diciembre con el Decreto Ejecutivo 610, en donde se eliminó por completo el subsidio para la gasolina súper y parcialmente para las gasolinas extra y ecopaís (bajo octanaje).

Más adelante, en marzo de 2019, el Ecuador suscribió un Acuerdo de Servicio Ampliado con el FMI por 4,200 millones de dólares, con el objetivo de obtener financiamiento con un bajo costo financiero. Dicho financiamiento estaba condicionado al cumplimiento de metas de desempeño cuantitativo y cualitativo plasmadas dentro de una Carta de Intención enviada por el Gobierno. Uno de los pilares del Acuerdo consistía en restaurar la prudencia en la política fiscal, con la meta inicial de reducir el déficit primario no petrolero del Sector Público no Financiero –incluyendo los subsidios a los combustibles– en un 5% del PIB hasta 2021. Para cumplir con ello, dentro de los ajustes programados para 2019, se encontraba la *optimización* del sistema de subvenciones a los combustibles. En específico, la carta enviada por el Ministerio de Economía y Finanzas (2019) menciona lo siguiente:

¹ Véase por ejemplo Jara, Lee, Montesdeoca & Varela (2018) y Poveda, Carrillo & Castro (2018).

“Las medidas establecidas para el año 2019 incluyen: (...)

Continuar con la optimización de los subsidios a los combustibles mediante la normalización de los precios del diésel de uso industrial, con el propósito de reducir las distorsiones y de asegurar que los beneficios de los subsidios vayan a las poblaciones que más los necesitan. Esta optimización continua permitirá que el Ecuador establezca un sistema de subsidios a los combustibles que promueva la equidad social y la eficiencia económica, a la vez que reduce los costos ambientales y los efectos adversos para la salud de un consumo excesivo. También continuaremos ahorrando como consecuencia del incremento de los precios de las gasolinas adoptado en 2018. Vale la pena resaltar que estas decisiones de política pública han sido diseñadas para evitar afectaciones a los pobres y vulnerables y que estimamos que no tendrán impacto sobre los niveles de precios para los consumidores”.

Bajo esa premisa, la tercera reforma se llevó a cabo el 01 de octubre de 2019. Mediante el Decreto Ejecutivo 883 se dispuso la eliminación completa del subsidio a las gasolinas de bajo octanaje y al diésel, a través de la liberalización de sus precios. Contrario a lo sucedido con las anteriores reformas, la súbita elevación de los precios de los combustibles (29% para las gasolinas de bajo octanaje y 131% para el diésel) desencadenarían el inicio de una serie de protestas en contra de la medida. Las manifestaciones motivarían al Gobierno a llegar a un acuerdo con los grupos en contra de la política, el cual se oficializó a través del Decreto 894 en donde se dispuso derogar la medida y estudiar mecanismos de racionalización, sectorización y focalización de los subsidios, con el fin de reducir los impactos en los sectores más vulnerables, al mismo tiempo que se combaten sus ineficiencias.

Tras la no-implementación de esta reforma, se ha especulado acerca del posible impacto económico que se pudo obtener con la eliminación de subsidios. Por una parte, el alza en los precios de estos combustibles y su participación en las cadenas de valor de las industrias podrían haber dado como resultado un incremento general de precios, cambiando la tendencia de la inflación que se ha mantenido estancada en un porcentaje menor al 1% desde el 2017. Sin embargo, considerando que en 2019 la economía ecuatoriana entró en recesión técnica² y las proyecciones sugieren que el Producto Interno Bruto de la economía sufrirá un lento crecimiento en 2020³, el poder adquisitivo de los individuos podría haber visto una reducción en el corto plazo. Por otra parte, si bien es cierto que el Presupuesto General del Estado hubiese reducido en cerca del 10% sus gastos, el efecto renta sobre las decisiones de consumo de los hogares pudo reducir la recaudación de impuestos indirectos, la cual es la

² De acuerdo con las cifras de Cuentas Nacionales del Banco Central del Ecuador, el crecimiento interanual (t/t-4) de los dos últimos trimestres de 2019 fue negativo.

³ El Banco Central del Ecuador pronosticaba el crecimiento en 0.7% para 2020. El Banco Mundial y el FMI lo preveían en 0.2%, CEPAL en un 0.1% (estimaciones publicadas en diciembre de 2019 en las páginas oficiales de cada organismo). Dichas cifras son previas a la afectación por la pandemia COVID-19.

primera fuente de financiamiento sobre la línea del Gobierno Central después del petróleo⁴. Luego, la reforma afectaría los indicadores de desigualdad y pobreza –probablemente en forma inversa–. Bajo la premisa de regresividad de los subsidios, su eliminación mejoraría la distribución, no obstante, los hogares de los quintiles más bajos serían más sensibles a la reducción de su ingreso disponible, incrementándose su probabilidad de caer por debajo de la línea de pobreza.

En ese contexto, se crea la necesidad de evaluación de los efectos contrafactuales de una nueva reforma a los subsidios a los combustibles en el Ecuador que considere las relaciones de equilibrio general presentes dentro del entorno económico. Por ello, el presente estudio se plantea como objetivo principal evaluar los efectos macroeconómicos, en términos de eficiencia y equidad, de la política de subsidio a los combustibles en el Ecuador, para así dar pautas de reforma bajo un enfoque empírico-cuantitativo. En específico, se busca responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los efectos de la política de subsidio a los combustibles en el Ecuador sobre los agregados macroeconómicos?
- ¿Cuál es el efecto dentro de la producción de las industrias?
- ¿Cuál es el impacto diferenciado sobre los distintos quintiles de ingreso de la población?
- ¿Cuáles serían los posibles efectos de optar por una focalización del subsidio?

Para responder estas interrogantes, se construye un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) diseñado para una economía pequeña y abierta (*small open economy*) con producción homogénea. La calibración del sistema se la realiza a través de una Matriz de Contabilidad Social con 21 sectores productivos y una división de hogares por quintiles de ingreso. A partir de esta formulación, se evalúan escenarios que incluyen las reformas implementadas y algunas alternativas contrafactuales de focalización del subsidio.

La investigación se estructura de la siguiente forma: el **Capítulo 2** realiza un resumen de la literatura teórica y empírica sobre la cual se sustenta el estudio; el **Capítulo 3** sistematiza la teoría y procedimiento de los MEGC y algunas aplicaciones realizadas para el caso ecuatoriano; el **Capítulo 4** describe la construcción del modelo; el **Capítulo 5** reporta los resultados obtenidos a través de la evaluación contrafactual; y, finalmente, el **Capítulo 6** expone las principales conclusiones del estudio y recomendaciones para futuras investigaciones.

⁴ De acuerdo con las cifras de las operaciones del Gobierno Central revisadas por el Banco Central del Ecuador en marzo de 2020, los impuestos indirectos (IVA e ICE) significaron cerca de un 28% y 29% en 2018 y 2019, respectivamente, frente a un 30% y 31% de los ingresos por exportación de petróleo en los mismos años.

2 ESTADO DEL ARTE

Autores como Musgrave & Musgrave (1991), Mas-Collel, Whinston & Green (1995), Stiglitz (2000), Doménech (2004), Samuelson & Nordhaus (2010), Parkin & Loría (2010), y Atkinson & Stiglitz (2015) explican, desde el punto de vista teórico, los efectos de la intervención estatal a través de diversos instrumentos de política pública. Dentro de sus análisis consideran el papel económico del Estado en economías mixtas y su rol como corrector de fallas de mercado, proveedor de bienes, promotor de la eficiencia y la equidad, entre otros.

Por otra parte, la literatura empírica se ha encargado de cuantificar los efectos macroeconómicos de las acciones fiscales para dar pautas a los hacedores de política, muchas veces desde una perspectiva multidimensional. En el caso particular de los subsidios a los combustibles, destacan las investigaciones de Cooke, Hague, Tiberti, Cockburn, & El Lahga (2016), Li, Shi & Su (2017), Mastronardi & Mayer (2015), Cuesta, Ponce & León (2003), Schaffitzel, Jakob, Soria, Vogt-Schilb, & Ward (2019), las cuales se han concentrado en la evaluación de escenarios contrafactuales para encontrar un mecanismo de mitigación o cobertura de los impactos negativos de sus reformas.

Este capítulo busca sistematizar los bagajes teóricos y empíricos de la investigación. En el primer apartado se revisan dos conceptos fundamentales para el accionar de los hacedores de política: las funciones de la política fiscal y la disyuntiva entre eficiencia y equidad. Luego, el segundo apartado resume algunos casos de estudio que evalúan intentos de reforma sobre los subsidios a los combustibles, tanto a nivel internacional como para el Ecuador.

Ambos componentes contribuyen de manera significativa al desarrollo del estudio. Por un lado, el marco conceptual plantea las condiciones sobre las cuales se discutirán los resultados de la evaluación de la política en cuestión. Mientras tanto, la revisión de la evidencia empírica sirve de referencia para el desarrollo metodológico, así como para delimitar lo realizado en evaluaciones previas.

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Funciones de la política fiscal

Existen varias apreciaciones sobre el rol que tiene la política fiscal en un sistema de economía mixta. Por ejemplo, Blanchard, Amighini, & Giavazzi (2012) resumen a la política fiscal como la elección que tiene el Gobierno en cuanto al gasto público, los impuestos y transferencias para influir sobre la composición de la producción, los tipos de interés, el empleo y la inflación. Atkinson & Stiglitz (2015) sostienen que la actuación que realiza un Estado en una economía

tiene el objetivo de regular o crear incentivos sobre las decisiones de los agentes privados a través de la aplicación de instrumentos legales, políticos, impositivos y subsidiarios. Samuelson & Nordhaus (2010) definen a la política fiscal como la intervención que realiza el Estado en la economía mediante el uso de impuestos, compra de bienes y servicios, y transferencias con el objetivo de aumentar la eficiencia, fomentar la equidad y suavizar las oscilaciones del ciclo económico.

Si bien existen diferentes opiniones sobre el comportamiento de la economía y el rol del Estado, Stiglitz (2000) señala que el consenso generalizado con respecto a las funciones de la política fiscal pueden resumirse en *los tres brazos económicos* propuestos por Musgrave & Musgrave (1991): estabilización, asignación y distribución.

Función de estabilización

La función de estabilización se sustenta en los principios keynesianos del multiplicador de la política fiscal sobre la demanda agregada. A través de su intervención, el Estado puede influir en los movimientos de corto plazo de los agregados macroeconómicos (Samuelson & Nordhaus, 2010) y modificar las decisiones económicas de los agentes privados para tener repercusiones sobre el crecimiento económico de largo plazo (Doménech, 2004).

Los efectos estabilizadores de la intervención estatal dependen de las características puntuales de la economía sobre la cual se aplique, especialmente de su grado de apertura y desarrollo. Blanchard, Amighini, & Giavazzi (2012) señalan que las políticas fiscales expansivas en una economía pequeña y abierta ven reducidos sus efectos por las *fugas* asociadas al comercio internacional y el efecto expulsión (*crowding-out*). Aquí, la expansión fiscal genera un incremento en el ingreso de la economía, lo cual, incentiva un mayor consumo de bienes tanto nacionales como importados, presionando la balanza de pagos y restando competitividad e inversión sobre la producción nacional en el mercado doméstico e internacional.

Al respecto, Musgrave & Musgrave (1991) añade que el efecto de la política fiscal expansiva depende también de otros factores como la flexibilidad del tipo de cambio, la fuente de financiamiento estatal y las expectativas racionales. En primer lugar, la flexibilidad del tipo de cambio permitiría efectuar una política cambiaria para mitigar el impacto sobre la balanza de pagos. Segundo, si la expansión fiscal es financiada a través de endeudamiento, el efecto expulsión sobre la inversión sería menor al visto tras un incremento de impuestos. Tercero, si los individuos están informados previamente de cambios en la política fiscal, sus efectos – tanto positivos como negativos– tenderían a ser nulos.

En ese contexto, se recomienda el uso de combinaciones efectivas entre políticas fiscales, monetarias y cambiarias para contrarrestar los efectos negativos; así como, la evaluación cuantitativa de las elasticidades de sustitución entre la producción local e importada y los multiplicadores del gasto público.

Función de asignación

La función de asignación se ampara en la existencia de fallas de mercado. El objetivo de esta función consiste en incrementar la eficiencia del sistema económico, por lo cual, algunas de las acciones del Estado ligadas a esta función son la implementación de programas que promuevan la competitividad o políticas que mitiguen los efectos de externalidades negativas (Samuelson & Nordhaus, 2010). Al respecto, la principal falla de mercado que analizan Musgrave & Musgrave (1991) es la existencia de bienes que el sector privado no puede proveer debido a sus características de consumo *no rival* y *no excluyente* o por sus elevados costos de entrada.

Por otra parte, Stiglitz (2000) señala que una economía eficiente debe serlo en términos de su intercambio, su producción y la combinación de sus productos. Este autor señala seis condiciones –que no siempre se excluyen mutuamente– bajo las cuales un mercado no es eficiente:

- Competencia imperfecta
- Bienes públicos
- Externalidades
- Mercados incompletos
- Información imperfecta
- Subutilización de recursos, la inflación y otros desequilibrios

En ese contexto, el Estado dispone de diversos instrumentos con los cuales puede corregir estas fallas de mercado. Por ejemplo, las regulaciones contra el poder de mercado pueden contrarrestar la competencia imperfecta; la provisión de bienes y servicios permite volver asequibles a los bienes públicos y puede corregir la no completitud de los mercados; la implementación de incentivos a través de impuestos o subsidios hacia las industrias u hogares puede internalizar los costos asociados a las externalidades; algunas regulaciones de protección al consumidor pueden subsanar la ausencia de información perfecta; y, políticas fiscales contracíclicas podrían mitigar el efecto de los desequilibrios en los agregados macroeconómicos.

Función de distribución

Otra función que plantean Musgrave & Musgrave (1991) es la distribución del ingreso por parte del Estado como mecanismo de cierre de brechas de equidad. La premisa que permite justificar esta función recae en que los mercados eficientes en el sentido de Pareto podrían traer consigo distribuciones no equitativas (Stiglitz, 2000). Dentro de esta función, el objetivo del Estado consiste en maximizar el bienestar social, es decir, la agregación equitativa de las utilidades individuales de los hogares (Atkinson & Stiglitz, 2015).

Para su consecución, Samuelson & Nordhaus (2010) explican que la recaudación de impuestos y su redistribución a través del gasto en favor de determinados grupos es una de las formas en la que el Estado puede fomentar la equidad. De manera similar, Musgrave & Musgrave (1991) señalan que la implementación de subsidios puede ser un método eficaz para que los hogares con menores ingresos accedan a bienes a los que normalmente no podrían hacerlo debido a su costo. Puntualmente, la redistribución puede instrumentarse a través de:

- Un esquema impuesto-transferencia desde los hogares más ricos hacia los más pobres.
- Impuestos progresivos para el financiamiento de servicios públicos con mayores beneficios para los hogares de bajos ingresos.
- Una combinación de impuestos a los bienes y servicios que consumen los hogares de ingresos altos y subsidios a los bienes y servicios utilizados por los más vulnerables.

Sin embargo, Stiglitz (2000) añade que se debe tomar en cuenta los costos de eficiencia que generen los instrumentos aplicados, es decir, el *trade-off* entre eficiencia y equidad. Para minimizar este costo de oportunidad, Musgrave & Musgrave (1991) señalan que una solución óptima puede requerir una combinación compleja de impuestos y subsidios, lo cual muchas veces resulta políticamente inviable.

2.1.2 Eficiencia y equidad

La economía del bienestar ha demostrado que, en ausencia de fallas de mercado, es posible alcanzar una situación en el cual no existe forma de mejorar el bienestar de ninguna persona sin empeorar el de otra. Esta situación se denomina una *eficiencia en el sentido de Pareto* y su relación con el equilibrio competitivo es expuesta por los dos teoremas fundamentales del bienestar.

El primer teorema del bienestar describe que todo equilibrio competitivo es una asignación

eficiente en el sentido de Pareto. En cambio, el segundo teorema del bienestar demuestra que toda asignación eficiente en el sentido de Pareto tiene un mecanismo de precios y transferencias con el cual se puede alcanzar el equilibrio competitivo (Mas-Collel, Whinston, & Green, 1995). Si bien estos teoremas sintetizan el funcionamiento de una economía en libre mercado, Stiglitz (2000) señala que incluso cuando un sistema competitivo sea eficiente, la distribución del ingreso podría no considerarse socialmente deseable. Por lo tanto, Atkinson & Stiglitz (2015) sugieren que la política fiscal debe perseguir dos objetivos: eficiencia y equidad; es decir, ejecutar acciones que doten de competitividad a los mercados y, por otro lado, asegurar una correcta distribución de recursos en términos de equidad.

De acuerdo con lo expuesto por Musgrave & Musgrave (1991), las funciones de asignación y distribución permitirían alcanzar los objetivos de eficiencia y equidad. Sin embargo, Parkin & Loría (2010) explican que la intervención estatal a través de impuestos y subsidios causa un efecto sustitución entre trabajo y ocio, por lo cual, la cantidad de trabajo empleada no es la eficiente y, consecuentemente, la cantidad de bienes y servicios producidos difiere a la que se registraría en un escenario de equilibrio competitivo. Asimismo, los costos de transacción que involucra el proceso de redistribución conllevan a que no toda la recaudación pueda ser redistribuida.

Al respecto, Stiglitz (2000) precisa que “la disyuntiva entre la equidad y la eficiencia constituye el núcleo de muchos de los debates sobre la política pública”, pues existe un costo de oportunidad inherente entre estos objetivos. La disyuntiva se plantea porque los recursos empleados para corregir una falla de mercado y reducir la pérdida de eficiencia podrían ser destinados a volver más equitativa la distribución, y viceversa. De esta forma, existen al menos dos cuestionamientos:

- ¿Cuánta eficiencia se debe estar dispuesto a renunciar para reducir la desigualdad?
- ¿Cuán importante es la reducción de la desigualdad en comparación con lo perjudicial que puede ser una pérdida de eficiencia en la economía?

Aunque la respuesta a estas preguntas depende en gran medida de la visión de la función de bienestar social⁵, Stiglitz (2000) señala la existencia de tres enfoques alternativos para la toma de decisiones:

⁵ Por ejemplo, para la visión utilitarista reducir la desigualdad mejora el bienestar social únicamente en los casos en los que la redistribución permita que la utilidad del individuo rico disminuya en menor medida que el aumento de la utilidad del individuo pobre; mientras que, para la visión rawlsiana el bienestar social es el reflejo del bienestar del individuo en peor situación, entonces, la reducción de desigualdades mejora el bienestar social si y sólo si la utilidad del individuo pobre se incrementa (Stiglitz, 2000).

- El principio de la compensación
- Las disyuntivas entre las medidas
- Los beneficios ponderados

El primer enfoque considera que una política es socialmente deseable si existe un pago que permita compensar a los afectados negativamente. Dentro de este enfoque, resultan útiles los conceptos de variación compensatoria y variación equivalente desarrollados por Hicks (1939). En el caso de la variación compensatoria, el pago estará asociado al monto mínimo que el agente afectado requiere para alcanzar el nivel de utilidad que poseía previo a la implementación de la política; mientras que, con la variación equivalente, el monto a transferir será aquél con el que el agente afectado obtenga el mismo nivel de utilidad que poseería tras la implementación de la política (Mas-Collel, Whinston, & Green, 1995).

El segundo enfoque mide el beneficio neto entre las ganancias en equidad y las pérdidas en eficiencia. Con el fin de obtener resultados aproximados, Stiglitz (2000) sugiere el uso de estadísticas sintéticas y comparar los resultados en ellas. Para el caso de la eficiencia, el indicador de pérdida de peso muerto (DWL, por sus siglas en inglés) desarrollado por Harberger (1964) permite identificar las diferencias de eficiencia entre el escenario real y el escenario de equilibrio en competencia perfecta; mientras que, para la evaluación de ganancias o pérdidas en equidad, el indicador más utilizado suele ser el índice de Gini, el cual compara la distribución real contra una perfecta distribución teórica.

Por último, el tercer enfoque propone que los beneficios netos sean ponderados con el fin de priorizar el beneficio de los grupos con ingresos más bajos. Stiglitz (2000) señala que los ponderadores pueden ser ajustados de acuerdo con la visión de la función de bienestar social. Si bien este último enfoque es uno de los más completos y parsimoniosos, la discrecionalidad de las ponderaciones y las diversas combinaciones que pueden darse sesgan el margen de decisión; por lo cual, se hace hincapié en la importancia de definir previamente, de manera objetiva, los criterios y los grupos sobre los cuales se llevará a cabo la evaluación.

2.2 Evidencia empírica

Existen varios estudios a nivel internacional que evalúan el impacto de los subsidios a los combustibles en economías en vías de desarrollo y sus reformas. Esta literatura se puede clasificar en dos grupos: evaluaciones ex-post y ex-ante.

El objetivo de las evaluaciones ex-post suele centrarse en hallar las consecuencias de escenarios de reforma ya implementados. Para ello, es común el uso de datos históricos que permitan el análisis estadístico de la situación antes y después del cambio. Los métodos

cuantitativos más utilizados dentro de este contexto consisten en herramientas econométricas que permitan la introducción de una variable que capture la desviación del rumbo habitual de la variable endógena, para así lograr hallar relaciones de causalidad que se puedan atribuir únicamente al cambio de política, *ceteris paribus*.

En cuanto a las evaluaciones *ex-ante*, estas pretenden ser instrumentos que cuantifiquen los efectos de posibles escenarios de reforma contrafactuales, a partir de los cuales se pueden suministrar pautas para los hacedores de política. Para ello, este tipo de evaluaciones se apoyan en estrategias de modelamiento macroeconómico estructural –en algunos casos complementadas con técnicas de microsimulación–, entre ellas los Modelos de Equilibrio General Computable. Además, frente a la falta de información suficiente para realizar un análisis estadístico de impacto *ex-post*, las evaluaciones *ex-ante* también suelen ser utilizadas como una aproximación de los efectos de reformas previamente implementadas.

En referencia a los subsidios a los combustibles, las investigaciones de Arze del Granado, Coady & Gillingham (2010), Davis (2013), Andadari, Mulder & Rietveld (2013), Coady, Flamini & Sears (2015), Ferraresi, Kotsogiannis & Rizzo (2018), constituyen algunos de los ejemplos más relevantes de evaluaciones *ex-post* que se han realizado para economías en vías de desarrollo. Sin embargo, la fortaleza de dichos estudios es de tipo cualitativo en respuesta a la carencia de cifras para llevar a cabo evaluaciones cuantitativas robustas; por lo cual, considerando estas limitaciones y el alcance del estudio, es preciso concentrar el análisis en los casos de evaluaciones *ex-ante* para ilustrar las herramientas cuantitativas más utilizadas. Los principales resultados se encuentran resumidos en la **Tabla 1**.

2.2.1 Contexto internacional

En primera instancia, Cooke, Hague, Tiberti, Cockburn & El Lahga (2016) estudian la distribución de los beneficios del subsidio a los combustibles por quintiles de ingreso en Ghana. Con datos del ingreso y gasto del hogar, el índice de precios al consumidor, PIB, la población y la Matriz Insumo-Producto, se realiza una evaluación *ex-ante* de equilibrio parcial. Los resultados muestran que el quintil más pobre percibía menos del 3% del beneficio, mientras que el más rico abarcaba casi el 78%, incumpliendo con el criterio de redistribución. Adicionalmente, se analiza el caso contrafactual de una eliminación del subsidio y un reemplazo por un programa de transferencias corrientes para los sectores vulnerables. La evaluación de este caso sugiere que una remoción del subsidio causaría un incremento de aproximadamente 2% en la tasa de pobreza; mientras que, las transferencias corrientes podrían contrarrestar el efecto anterior, dando lugar a un descenso neto de al menos un 1.6% en la pobreza y 0.5% en la desigualdad.

La investigación de Wesseh, Lin & Atsagli (2016) extiende el estudio anterior hacia el equilibrio general utilizando el modelo GTAP⁶. Dentro del alcance, los autores incluyen la evaluación del impacto sobre los indicadores medioambientales como el nivel de emisiones de CO₂ y la eficiencia energética. Los resultados presentan evidencia a favor de la *paradoja verde*⁷, es decir, un incremento del nivel de emisiones de CO₂ como resultado de la eliminación del subsidio a los combustibles. A pesar de ello, el resultado agregado muestra una mejora de alrededor de 2% en la calidad del ambiente. Las conclusiones que se desprenden de este análisis se resumen en que, si se llegase a eliminar el subsidio a los refinados del petróleo, esta política debería estar acompañada de reformas que impulsen las actividades económicas energéticamente eficientes.

Por otra parte, Abouleinein, Kamal, Ibrahim, Mahmoud & Dabbour (2009) evalúan la eliminación de los subsidios energéticos en el caso de Egipto, y sus efectos macroeconómicos. En este estudio se utiliza un Modelo de Equilibrio General Computable con información de la Matriz Insumo-Producto y la Matriz de Contabilidad Social para los años 2006 y 2007. Los resultados de la simulación sugieren que la eliminación de los subsidios a los combustibles reduciría el consumo de los hogares, debido al incremento en el nivel general de precios y la contracción del ingreso disponible. En cuanto al bienestar, se estima que los hogares más afectados son los quintiles más ricos debido a la regresividad de la política de subsidios. Finalmente, se obtiene que una compensación monetaria equivalente a la mitad del monto de subsidios podría subsanar los efectos negativos sobre los hogares de los quintiles más pobres.

En un estudio similar Li, Shi & Su (2017) analizan los posibles impactos de una eliminación de los subsidios a los combustibles en la economía de Malasia. Para ello, se construye un Modelo de Equilibrio General Computable con 15 sectores productivos, 4 hogares divididos de acuerdo con sus niveles de ingresos, un sector externo y un Gobierno. Los resultados de las simulaciones sostienen que la eliminación de subsidios a los combustibles incrementaría la eficiencia económica y el PIB hasta un 0.65%, de igual manera, se tendrían resultados positivos en el sector fiscal. Sin embargo, se advierte que estas reformas conllevarían a un incremento en el nivel general de precios, por lo cual, se propone como necesario un mecanismo de compensación dirigido a los hogares más pobres. Entre los mecanismos evaluados se encuentran transferencias directas y crédito tributario. Los montos estuvieron

⁶ El GTAP (Global Trade Analysis Project) nace con el objetivo de generar una base de datos a nivel internacional que recoja los flujos anuales de bienes y servicios de la economía mundial, para posteriormente utilizarla dentro de un análisis de equilibrio general (Hertel, 2013).

⁷ En referencia a la teoría de Sinn (2012), en donde se explica que las políticas *verdes* incentivan a las industrias de combustibles a acelerar su producción para equilibrar su flujo de ingresos, dando lugar a un mayor daño medioambiental.

basados en las variaciones compensatorias y equivalentes obtenidas tras la simulación. La aplicación de estas compensaciones en el modelo mejora la condición del hogar más pobre y no tienen un impacto significativo sobre los agregados productivos; aunque sí un ligero costo en el déficit fiscal indiferente al mecanismo utilizado.

Para el caso argentino, Mastronardi & Mayer (2015) realizan un análisis ex-ante de los efectos directos e indirectos de una eliminación parcial de los subsidios energéticos. En el estudio se construye un Modelo de Equilibrio General estático con 10 hogares repartidos por deciles de ingreso, sin movilidad económica y con preferencias de consumo. Las industrias tienen una tecnología anidada en tres niveles de decisión, y las decisiones tanto del Gobierno como del sector externo son endógenas. Los escenarios contrafactuales consisten en una reducción del 20% del subsidio energético, acompañado de 5 distintos modos de compensación hacia los hogares e industrias. Los resultados muestran que, si bien el resultado neto depende completamente de la medida de compensación, no existe una caída generalizada del bienestar con respecto al escenario base; por lo tanto, la política de subsidios sería regresiva. En lo que respecta a la compensación a las industrias mediante reducciones en impuestos, se encuentra que el PIB y el bienestar de los hogares se incrementaría debido a que los combustibles son en mayor proporción bienes de consumo intermedio. En cuanto a la compensación hacia los hogares, se evidencia una reducción en el PIB y un incremento en la tasa de desempleo, ambos efectos como consecuencia de que el aumento endógeno del gasto del Gobierno reduce la aversión al riesgo de perder el empleo dentro del sistema económico.

2.2.2 Contexto ecuatoriano

Entre los estudios realizados para el caso ecuatoriano destacan las investigaciones desarrolladas por Cuesta, Ponce & León (2003) y Cuesta & Ponce (2007). En ambos estudios se propone la eliminación parcial y total del subsidio al GLP para ser sustituido por un programa de transferencias corrientes progresivas. Estos análisis emplean una herramienta de microsimulación, considerando los datos de la Encuesta de Condiciones de Vida de 1999 realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Los resultados de las simulaciones muestran que, a pesar de que la tasa de pobreza se incrementa en más del 3%, en términos distributivos no se tienen diferencias significativas tras la eliminación del subsidio. Sin embargo, si este subsidio fuese sustituido por el programa de transferencias, se evidenciarían reducciones de 0.4% en la pobreza y 0.04 puntos en el coeficiente de Gini; es decir, la combinación de políticas coadyuvaría a un mejor efecto redistributivo.

Yaselga (2014) amplía el análisis anterior a través de la incorporación de comportamiento en

los miembros del hogar. Con ello, se modela el posible efecto sustitución entre trabajo y ocio en los beneficiarios de las transferencias corrientes. La investigación utiliza el mismo modelo expuesto en Cuesta, Ponce & León (2003) y Cuesta & Ponce (2007), y lo complementa con un modelo de oferta laboral para los efectos de comportamiento. Los resultados arrojados permiten observar que las transferencias corrientes generarían un incentivo para no entrar al mercado laboral en 1% y disminuiría el salario promedio en 0.4%; mientras que, el gasto adicional en GLP aumentaría la probabilidad de desear entrar al mercado laboral en 2% e incrementaría los ingresos salariales en 2%.

Por otra parte, Jara, Lee, Montesdeoca & Varela (2018) estudian escenarios contrafactuales de la eliminación de los subsidios a los combustibles, considerando situaciones de compensación y no-compensación a través de incrementos en el gasto de asistencia social. Para ello, se usa el ECUAMOD⁸ y se evalúan los efectos sobre el ingreso de los hogares, el presupuesto del Estado e indicadores de pobreza y desigualdad. Los resultados muestran que los beneficios del subsidio al GLP estarían concentrados en los quintiles más pobres de la población, por lo que, para subsanar sus efectos negativos, la eliminación de este subsidio debería estar acompañada del incremento del gasto de asistencia social. En contraste, el subsidio a las gasolinas y diésel beneficiaría a los más ricos, por lo tanto, su eliminación mejoraría los indicadores de desigualdad al mismo tiempo en que se reduce el gasto del Gobierno.

Schaffitzel, Jakob, Soria, Vogt-Schilb, & Ward (2019) evalúan el impacto que tendría un redireccionamiento del monto de subsidios a los combustibles hacia un incremento del Bono de Desarrollo Humano (BDH). Para ello, se utilizan datos de las encuestas a hogares aplicadas por el INEC en el período 2011-2012 y, adicionalmente, se realizan simulaciones a partir de la Matriz Insumo-Producto. La principal conclusión del análisis señala que el incremento del BDH sería una propuesta socialmente aceptable ante una eliminación del subsidio a los combustibles, debido a su mejor focalización y progresividad. De acuerdo con los resultados, se encuentra que la eliminación del subsidio compensada con una variación positiva de \$50 en el BDH generaría una mejora del 10% de los ingresos actuales del quintil más pobre de la población.

Por último, Castillo & Gómez (2019) analizan el caso ecuatoriano tras la firma del acuerdo con el Fondo Monetario Internacional en el 2019 y sus compromisos en la optimización de la política de subsidios hasta el 2021. Para ello, toman en cuenta los datos registrados en el

⁸ El ECUAMOD es una herramienta de microsimulación cuyo objetivo es la evaluación de política tributaria y de beneficios. Dicho modelo se desprende de un proyecto de la UNU-WIDER, el SOUTHMOD (Jara, Lee, Montesdeoca, & Varela, 2018).

período 2007-2017 y realizan proyecciones econométricas hasta el 2021 considerando dos escenarios: i) sin ninguna reforma adicional a las presentadas hasta la fecha y ii) con ajustes en el subsidio a la gasolina (eliminación inmediata), diésel (eliminación progresiva) y gas licuado de petróleo (focalización a través del BDH). Los resultados de la investigación indican que la eliminación del subsidio a la gasolina daría lugar a un ahorro total de 2,185 millones de dólares hasta el 2021; mientras tanto, la eliminación progresiva del subsidio al diésel tendría como resultado un ahorro de cerca de 318 millones para el 2019, 644 millones para el 2020 y 954 millones para el 2021. Por último, la focalización del subsidio al gas permitiría obtener un ahorro de 1,404 millones a finales de 2021. Consecuentemente, al aplicar las tres propuestas se lograría una liberalización de 5,505 millones en las cuentas fiscales para el final del período estudiado.

Tabla 1. Resumen de la evidencia empírica ex-ante revisada

Estudio	País analizado	Caso analizado	Herramienta utilizada	Conclusión
Cooke, Hague, Tiberti, Cockburn, & El Lahga (2016)	Ghana	Distribución del beneficio de los subsidios y efectos de una eliminación	Matriz Insumo-Producto	El subsidio es regresivo, pero su eliminación causa un incremento de la pobreza. Los mecanismos de compensación son necesarios para reducir la pobreza y desigualdad.
Wesseh, Lin & Atsagli (2016)	Ghana	Eliminación total del subsidio a los refinados del petróleo	Modelo de Equilibrio General Computable GTAP	La eliminación del subsidio debe ser acompañada de incentivos al uso de energías eficientes.
Abouleinein, Kamal, Ibrahim, Mahmoud, & Dabbour (2009)	Egipto	Eliminación del subsidio a la gasolina, gas licuado de petróleo (GLP), diésel, aceites y gas natural	Modelo de Equilibrio General Computable, Matriz Insumo-Producto	El escenario causa un incremento general de los precios y una caída del ingreso disponible de los hogares. Los subsidios son regresivos.
Li, Shi & Su (2017)	Malasia	Eliminación de los subsidios a los combustibles	Modelo de Equilibrio General Computable	La eliminación causa un crecimiento de la economía, los precios y la eficiencia.
Mastronardi & Mayer (2015)	Argentina	Eliminación del 20% de los subsidios energéticos a cambio de compensaciones a industrias y hogares	Modelo de Equilibrio General Computable	El subsidio es regresivo. La compensación a industrias resulta en una mejora de la economía. La compensación a hogares es beneficiosa si el gasto del Gobierno no se incrementa de forma endógena.

Cuesta, Ponce & León (2003) y Cuesta & Ponce (2007)	Ecuador	Eliminación parcial y total del subsidio al GLP	Microsimulación de efectos directos e indirectos a través de funciones Cobb-Douglas	La eliminación causa que la tasa de pobreza aumente y la distribución no mejore si no es acompañada de un programa de transferencias corrientes.
Yaselga (2014)	Ecuador	Sustitución del subsidio al GLP por transferencias monetarias directas	Modelo de efectos comportamentales en la oferta laboral	El reemplazo del subsidio al GLP por transferencias corrientes genera un incentivo para no entrar al mercado laboral y reduciría los salarios.
Jara, Lee, Montesdeoca & Varela (2018)	Ecuador	Eliminación de los subsidios a los combustibles con y sin compensación monetaria	Microsimulación en ECUAMOD	La eliminación del subsidio al GLP debería ser acompañada de una compensación monetaria. La eliminación del subsidio a la gasolina y el diésel mejorarían los indicadores de desigualdad.
Schaffitzel, Jakob, Soria, Vogt-Schilb, & Ward (2019)	Ecuador	Sustitución del subsidio al GLP por un incremento del Bono de Desarrollo Humano	Matriz Insumo-Producto	Una eliminación del subsidio a los combustibles acompañada de un incremento del BDH en \$50 mejora los ingresos actuales del quintil más pobre.
Castillo & Gómez (2019)	Ecuador	Eliminación del subsidio a la gasolina y diésel, y focalización del subsidio al gas	Proyecciones econométricas	El escenario de ajuste en la política de subsidios a los combustibles causa una mejora en un 5% del PIB las cuentas fiscales.

Elaboración: El autor

3 MARCO METODOLÓGICO

Para cumplir con el objetivo del estudio se utiliza como herramienta metodológica un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC), el cual puede ser definido como un sistema de ecuaciones que representa, de forma teórico-numérica, el flujo circular de la economía (Cicowiez & Di Gresia, 2004). Estos modelos son llamados *computables* debido a su capacidad para cuantificar los efectos de un *shock* en el sistema económico; mientras que, su carácter *general* radica en la forma en la que pueden modelar las interacciones paralelas que se dan entre todos sus agentes (Burfisher, 2011). Dentro de un MEGC, las ecuaciones son resueltas de manera simultánea para obtener el mecanismo de precios que conduce al equilibrio. Para ello, se realiza un proceso de armonización entre la teoría y realidad económica.

En una primera instancia, la teoría económica permite la formulación del sistema mediante la aplicación de supuestos que faciliten el proceso de modelización. Por ejemplo, en un modelo neoclásico se asumiría la racionalidad económica de los agentes, competencia perfecta, rendimientos constantes de escala, entre otros. Por otra parte, la realidad económica proporciona la información necesaria para parametrizar el modelo, de tal forma que su solución refleje el equilibrio inicial del sistema económico (i.e. el escenario base), para, posteriormente, modificar dicha parametrización y examinar los efectos de nuevos escenarios contrafactuales sobre el sistema económico (Hosoe, Gasawa, & Hashimoto, 2010).

En este capítulo se lleva a cabo la descripción de la herramienta con la finalidad de sistematizar la teoría alrededor de ésta y su campo de aplicación. La organización es la siguiente: en la primera sección se presenta una visión conceptual de los MEGC, haciendo especial énfasis en los fundamentos teóricos, sus elementos y aplicaciones realizadas para el Ecuador; en la segunda sección, se describe el proceso de modelización comúnmente utilizado.

3.1 Fundamentos de los MEGC

3.1.1 Bases microeconómicas del equilibrio

Böhringer, Rutherford & Wiegard (2003) precisan que los MEGC pueden ser vistos como la contraparte numérica de la teoría del equilibrio general walrasiano, siendo una ampliación del análisis tradicional de equilibrio parcial –desarrollado por Cournot (1838) y

Marshall (1890)– y la visión de estática comparativa en un mercado aislado.

Las primeras nociones del equilibrio general serían abordadas por algunos autores como Quesnay (1758), Smith (1776), Cournot (1838) y Marshall (1890), quienes aceptaban la existencia de un mecanismo⁹ mediante el cual la economía en su conjunto llegaba a su equilibrio por la interacción múltiple y simultánea entre sus agentes. Sin embargo, no sería hasta los trabajos de Walras (1874) y Arrow & Debreu (1954) que esta teoría se robustecería al ser formalizada como un sistema de ecuaciones no lineales, cuya solución única consiste en un vector de precios con el cual el exceso de demanda es igual a cero para todos los mercados.

Siguiendo la línea que proponen Mas-Collel, Whinston & Green (1995), una economía de propiedad privada se define como un sistema compuesto por $I > 0$ hogares, $J > 0$ industrias y L bienes, donde:

- Cada hogar $i = 1, \dots, I$ tiene una cesta de consumo $X_i \subset \mathbb{R}^L$, una relación de preferencia racional \succsim_i sobre X_i y una participación θ_{ij} en la renta de la industria j .
- Cada industria $j = 1, \dots, J$ tiene una tecnología (cesta de producción) no vacía y cerrada $Y_j \subset \mathbb{R}^L$.
- La dotación inicial de recursos es dada por un vector $w = (w_1, \dots, w_L) \in \mathbb{R}^L$.

De esta forma, el sistema económico en su conjunto puede ser descrito por

$$E = \{X_i, \succsim_i, w, Y_j, L\}_{i=1}^I \}_{j=1}^J \quad (3.1)$$

Una asignación de recursos en este sistema se define como el conjunto de cestas de consumo y producción de los agentes económicos $(x, y) = (x_1, \dots, x_I, y_1, \dots, y_J)$ tal que $x_i \in X_i, y_j \in Y_j$. Esta asignación es factible si el consumo total es igual a la dotación inicial de recursos más la producción total de la economía, es decir:

$$\sum_i x_i = w + \sum_j y_j \quad (3.2)$$

En este sentido, es posible definir al equilibrio general walrasiano como una asignación de

⁹ Para Quesnay (1758) era el *Tableau économique*, para Smith (1776) la *mano invisible*, mientras que Cournot (1838) y Marshall (1890) reconocían que su teoría del equilibrio parcial era un caso particular de una teoría más ambiciosa que quedaba por desarrollar.

recursos factible (x^*, y^*) y un vector de precios p^* en esta economía, tal que:

- x_i^* resuelven el problema de maximización de la utilidad de los hogares, sujeto a una restricción presupuestaria, tomando el vector de precios p^* .
- y_j^* resuelven el problema de maximización del beneficio de las industrias, sujeto a una restricción tecnológica, tomando el vector de precios p^* .
- Los mercados se encuentran en equilibrio para cada uno de los bienes.

A partir de esta formulación se puede demostrar la existencia, unicidad, optimalidad y estabilidad del equilibrio, bajo la imposición de algunos supuestos como: rendimientos constantes de escala, irreversibilidad de la producción, cestas de bienes cerradas y convexas, funciones de utilidad continuas, estrictamente crecientes y cuasi-cóncavas; entre otros¹⁰.

3.1.2 Elementos analíticos de un MEGC

La teoría del equilibrio general walrasiano conlleva un sistema ambicioso que dificulta su análisis no-numérico, especialmente cuando se introducen funciones de comportamiento más sofisticadas (Böhringer, Rutherford, & Wiegard, 2003). Por tal motivo, muchas de las investigaciones se han centrado en hallar la forma en la cual esta teoría puede ser adaptada para su cómputo numérico, derivando en los actuales Modelos de Equilibrio General Computables (MEGC).

La primera implementación de un MEGC fue desarrollada por Johansen (1960), quien propuso de forma pionera un modelo multi-sector y multi-agente para la economía de Noruega. De acuerdo con Dixon & Jorgenson (2013), este estudio sentaría las bases para que los MEGC se conviertan en una pieza clave para la evaluación de escenarios de política pública, desde el análisis de políticas tributarias hasta importantes contribuciones en programas ambientales.

Para su construcción, Burfisher (2011) señala que los elementos centrales de un MEGC son:

- Agentes económicos y sus ecuaciones
- Parámetros

¹⁰ Para mayor detalle véase Bryant (2010).

- Variables
- Reglas de cierre

Los agentes económicos se definen a partir del planteamiento de un problema de decisión económica. Comúnmente, un MEGC posee al menos dos agentes representativos con comportamiento: hogares e industrias. Para cada uno de estos agentes se define el problema de elección al cual se enfrenta (e.g. maximización de la utilidad o minimización de costos) y, consecuentemente, las formas funcionales y ecuaciones que lo formalizan.

Los parámetros son valores constantes en el modelo que pueden ser clasificados en tres tipos: impuestos/subsidios; elasticidades de sustitución/transformación; y, coeficientes de proporción/eficiencia. En primer lugar, los impuestos y subsidios son calculados a partir de la información disponible en la base de datos. Éstos pueden ser aplicados a la cantidad o al valor, de tal forma que su modificación esté ligada a un escenario contrafactual de interés para el análisis. En cambio, las elasticidades de sustitución/transformación reflejan la sensibilidad de las decisiones de consumo/producción de un determinado bien ante variaciones en su precio/costo relativo. Estas elasticidades son frecuentemente utilizadas para modelar el nivel de sustitución entre factores de producción, origen y destino de la producción (para el caso de economías abiertas) y los bienes consumidos por los hogares. Por otro lado, los coeficientes de proporción muestran la distribución implícita de los bienes/insumos dentro de una función de utilidad/producción y los coeficientes de eficiencia capturan el efecto multiplicador de la transformación de los insumos en la industria.

Las variables del modelo representan las decisiones de los agentes económicos, amparadas en sus respectivos problemas microeconómicos, y el sistema de precios que limpia los mercados. Estas variables se obtienen como solución al sistema de ecuaciones que representa el MEGC.

Por último, las reglas de cierre permiten tomar la decisión de qué variables mantener como exógenas/endógenas para adaptar el modelo a la realidad económica del caso de estudio. La inclusión de reglas de cierre suele ser amparada en el uso de supuestos derivados de la teoría económica.

3.1.3 Aplicaciones en el caso ecuatoriano

De acuerdo con Hosoe, Gasawa & Hashimoto (2010), los análisis de eficiencia, política pública, reformas en la distribución de recursos, ajustes estructurales y su impacto

económico, no sólo requieren de un análisis teórico. En su lugar, se hace énfasis en la necesidad de cuantificar sus efectos y la capacidad que tienen los Modelos de Equilibrio General Computable para hacerlo.

Los MEGC son considerados como modelos macroeconómicos *microfundados* (Escudé, 2010) y han sido tradicionalmente empleados para el análisis de los efectos de cambios en la política económica (Cardenete, 2009). Según Cicowicz (2011), los MEGC funcionan de manera similar a un experimento controlado, debido a que sus simulaciones se basan en modificar el valor de algún parámetro y comparar la solución del modelo en este nuevo escenario contra la información utilizada en la calibración del escenario base. En ese sentido, el alcance de los MEGC radica en la posibilidad de evaluar ex-ante cambios en alguna variable de interés para la realización de política económica.

En el contexto ecuatoriano, existen varios estudios que han hecho uso de los MEGC para el análisis de política. Uno de los trabajos pioneros es el presentado por Kouwenaar (1988), quien analiza la relevancia que tienen los MEGC dentro de la evaluación de políticas públicas en los países en desarrollo. Este autor construye íntegramente una Matriz de Contabilidad Social para el Ecuador del año 1975 y plantea un MEGC para realizar simulaciones a nivel estático y dinámico. Los principales escenarios que se toman en cuenta son los siguientes:

- La implementación de un programa de vivienda por parte del Gobierno
- Cambios en las políticas de impuestos y subsidios
- Cambios en las leyes laborales y de ingresos

Complementando el estudio anterior, Fargeix & Sadoulet (1990) proponen un MEGC financiero para analizar los efectos macroeconómicos –esencialmente en el crecimiento económico, la inflación y la distribución del ingreso– del programa de estabilización de los años 1982-1985 en el Ecuador. Este modelo se realizó con base en la Matriz de Contabilidad Social construida para el Ecuador por Kouwenaar (1988), incluyendo una actualización de los datos para el año 1980. Además, se tomó en cuenta una desagregación del mercado laboral en tres categorías (informal, formal y agrícola) y siete clases de hogares para el análisis redistributivo. Las simulaciones realizadas a partir del modelo calibrado se resumen en tres escenarios:

- Economía sin ajustes

- Economía con ajuste fiscal
- Economía con ajuste monetario

Otro de los estudios relevantes en el contexto nacional es el de Pérez & Acosta (2005), quienes desarrollan un MEGC basado en la Matriz de Contabilidad Social para el año 2001. Este modelo, al igual que otros, se construyó con base en el supuesto de mercados perfectamente competitivos en una economía pequeña y abierta (*small open economy*). El modelo considera 27 industrias y 3 regiones en el sector externo: Estados Unidos, Comunidad Andina de Naciones y Resto del Mundo. Dentro de las principales aplicaciones de este modelo, se encuentra la evaluación de un tratado de libre comercio con Estados Unidos.

El modelo anterior fue extendido posteriormente en dos ocasiones por Sánchez & Ramírez (2005a, 2005b), con el objetivo de realizar simulaciones de política pública a nivel regional y perfilar de manera más sofisticada los supuestos del mercado laboral. En la primera extensión, se combina el uso de un MEGC con la técnica de máxima entropía relativa para desagregar regionalmente el efecto de un cambio de política económica. En la segunda extensión, se incluye una condición de estímulo al esfuerzo mediante un modelo agente-principal para capturar el comportamiento del empleo y desempleo.

Años más tarde, Ramírez (2007) amplió el diseño del modelo propuesto por Pérez & Acosta (2005) para analizar la incidencia del impuesto al valor agregado y el impuesto a la renta en la economía ecuatoriana. En particular, este modelo tiene la capacidad de simular la evasión tributaria de ambos impuestos mediante un problema de elección bajo incertidumbre en el que las empresas toman en cuenta la tarifa del impuesto, la probabilidad de ser detectadas como agentes evasores y la penalidad en caso de ser descubiertas.

Desde otro enfoque, León, Rosero & Vos (2008) realizan la aplicación del modelo MAMS¹¹ para el caso ecuatoriano, con la finalidad de analizar la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio propuestos en la Agenda 2015 de las Naciones Unidas. La principal contribución de esta investigación es la inclusión de microsimulaciones para cuantificar los efectos sobre los indicadores de pobreza y pobreza extrema.

¹¹ El modelo MAMS (*Maquette for MDG Simulations*) fue aplicado sobre más de 40 países con base en un diseño de equilibrio general consistente con los Objetivos de Desarrollo del Milenio bajo el propósito de realizar simulaciones enmarcadas en la consecución de sus metas (Lofgren, Cicowiez, & Diaz-Bonilla, 2013).

Finalmente, el documento de Ponce, Sánchez & Burgos (2010) resume la aplicación del modelo MACEPES (Modelo de Análisis de Choques Exógenos y Protección Económica y Social) en el contexto ecuatoriano. El modelo considera un enfoque dinámico-recursivo, cuya principal innovación es la inclusión de las contribuciones a la Seguridad Social, así como la entidad encargada de administrar estos recursos. Distintos tipos de escenarios se evaluaron a través de esta herramienta, como por ejemplo shocks externos (e.g. la reducción de precios de algunos *commodities* y del envío de remesas de los trabajadores), cambios en la política social (e.g. la inclusión de subsidios y transferencias condicionadas) y sus combinaciones.

3.2 Proceso de construcción de un MEGC

Autores como Böhringer, Rutherford & Wiegard (2003), Cicowiez & Di Gresia (2004), Cardenete (2009), Cicowiez (2011) y Burfisher (2011) revisan el proceso de construcción de un MEGC. Este proceso puede ser resumido en cuatro etapas: diseño, calibración, programación y simulación. El flujograma de este proceso se encuentra en la **Figura 1**.

3.2.1 Diseño

El diseño de un MEGC consiste en la determinación del problema a analizar, el flujo económico, los agentes y su comportamiento. Para esta etapa se requiere definir las formas funcionales, parámetros, variables de decisión y reglas de cierre que se utilizarán dentro de cada uno de los problemas de decisión de los agentes.

Durante la implementación de los MEGC, regularmente no se tiene información suficiente para determinar con exactitud la función de utilidad y tecnologías que poseen los agentes económicos, por lo cual, Cardenete (2009) señala que el acuerdo común dentro de la literatura es tomar funciones preestablecidas de la teoría económica para solucionarlo. Las funciones utilizadas con mayor frecuencia¹² son del tipo Cobb-Douglas, Marx-Leontief, la función de Elasticidad Constante de Sustitución (CES, por sus siglas en inglés) y la función de Elasticidad Constante de Transformación (CET, por sus siglas en inglés).

Asimismo, en esta etapa se realiza el desarrollo algebraico de los problemas de decisión de cada agente, con el objetivo de parametrizar las funciones alrededor de su solución óptima.

¹² Para más detalle revítese el documento de Pauw (2003).

3.2.2 Calibración

La calibración consiste en inferir los coeficientes del modelo que permiten replicar el estado inicial reportado en la base de datos, a partir de la resolución simultánea del sistema de ecuaciones del modelo (Burfisher, 2011).

Para este proceso, los MEGC usan como insumo una Matriz de Contabilidad Social (MCS) diseñada para el caso de estudio. Esta matriz resume los vínculos existentes entre los agentes de una economía real, donde cada agente tendrá una columna que representará su consumo y una fila que representará sus ingresos (Cabezas Gottschalk & Sarango, 2017).

En lo que se refiere a los parámetros de elasticidad de sustitución y transformación, Böhringer, Rutherford & Wiegard (2003) recomiendan realizar una revisión de la literatura para encontrar estimaciones previas y, así, calibrar estos parámetros de tal forma que reflejen el comportamiento de la economía en estudio o similares.

3.2.3 Programación

La programación del modelo consiste en la sistematización del sistema de ecuaciones bajo el enfoque walrasiano de equilibrio general, para su posterior resolución numérica en un software de modelamiento algebraico.

En esta etapa, Cicowiez & Di Gresia (2004) sugieren computar el escenario base del modelo mediante la resolución del sistema de ecuaciones con los valores iniciales de la Matriz de Contabilidad Social, con el fin de verificar su correcta codificación y calibración.

3.2.4 Simulación

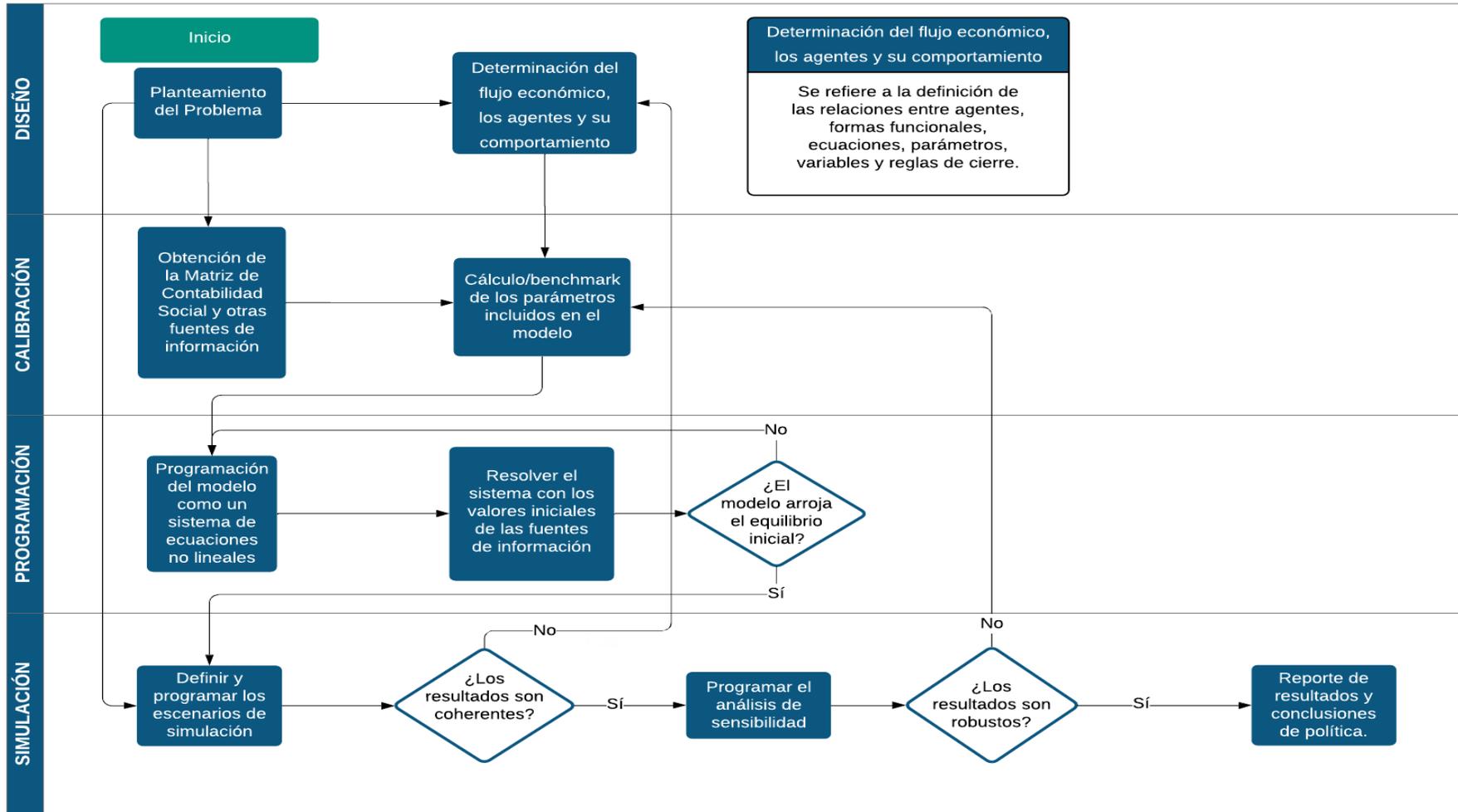
Una vez que se han obtenido los resultados iniciales del modelo calibrado, es posible realizar dos tipos de simulaciones: análisis de sensibilidad y análisis de escenarios.

El análisis de sensibilidad consiste en la modificación de los parámetros de elasticidad involucrados en el proceso de calibración, con el objetivo de evaluar su consistencia. Este análisis nace como solución a la imposibilidad de realizar test estadísticos, debido al carácter determinista del proceso de calibración. Además, dado que una modificación de las elasticidades influirá sobre los resultados del modelo de distinta manera dependiendo de la función a la que estén asociadas, es preciso concentrarse en la robustez del carácter

cualitativo de los resultados, es decir, evaluar si las variaciones con respecto al escenario base son positivas o negativas (Böhringer, Rutherford, & Wiegard, 2003). Por otra parte, el análisis de escenarios consiste en la evaluación ex-ante de los efectos macroeconómicos que se generarían a partir de cambios en las variables exógenas del modelo, como impuestos y subsidios.

En términos generales, Böhringer, Rutherford & Wiegard (2003) señalan que, si los resultados no son consistentes con la teoría/realidad económica o no son lo suficientemente robustos frente a un análisis de sensibilidad, es pertinente considerar otro enfoque para el diseño del modelo, por ejemplo, revisar las reglas de cierre.

Figura 1. Flujo del proceso de modelización a través de un MEGC



Elaboración: El autor

4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

4.1 Preliminares

Para evaluar los efectos macroeconómicos del subsidio a los combustibles en el Ecuador, se desarrolló un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) para una economía pequeña y abierta (*small open economy*¹³) con producción homogénea¹⁴, que toma en cuenta 2 factores de producción (capital y trabajo, $f = 2$) y 4 agentes económicos ($T = 4$): hogares, industrias, sector externo y Gobierno.

Dentro del diseño del modelo, los hogares fueron divididos por quintiles de ingreso ($m = 5$), las industrias fueron desagregadas en 21 sectores productivos ($n = 21$), el mercado externo fue único (i.e. no se distinguieron las exportaciones por país de destino ni las importaciones por país de origen) y existió un solo nivel de Gobierno (Gobierno Nacional). En la **Tabla 2** se listan los sectores productivos que formaron parte del modelo.

La calibración del MEGC se realizó a partir de la construcción de una Matriz de Contabilidad Social (MCS) para el sistema económico antes descrito al año 2014. Por otro lado, la solución del modelo se efectuó en el software informático GAMS (*General Algebraic Modeling System*).

Dentro del MEGC, se asumieron los supuestos habituales de la teoría microeconómica neoclásica: racionalidad, competencia perfecta y rendimientos constantes de escala. Adicionalmente, se añadieron algunas reglas de cierre con fundamentos neokeynesianos para capturar características internas de la economía ecuatoriana. La **Figura 2** ilustra el flujo circular de la economía ecuatoriana que se consideró en la estructura del modelo.

En este capítulo se presentan las tres primeras etapas de la construcción del modelo, siguiendo el flujograma de la **Figura 1**. La última etapa, la simulación de escenarios, se reserva para el **Capítulo 5**, en el cual se abordan los resultados. La resolución de los problemas de decisión de los agentes se desarrolla en el **Anexo 1** y la calibración de los parámetros se muestra en el **Anexo 2**.

¹³ Se asume que la economía es tomadora de precios en el comercio exterior.

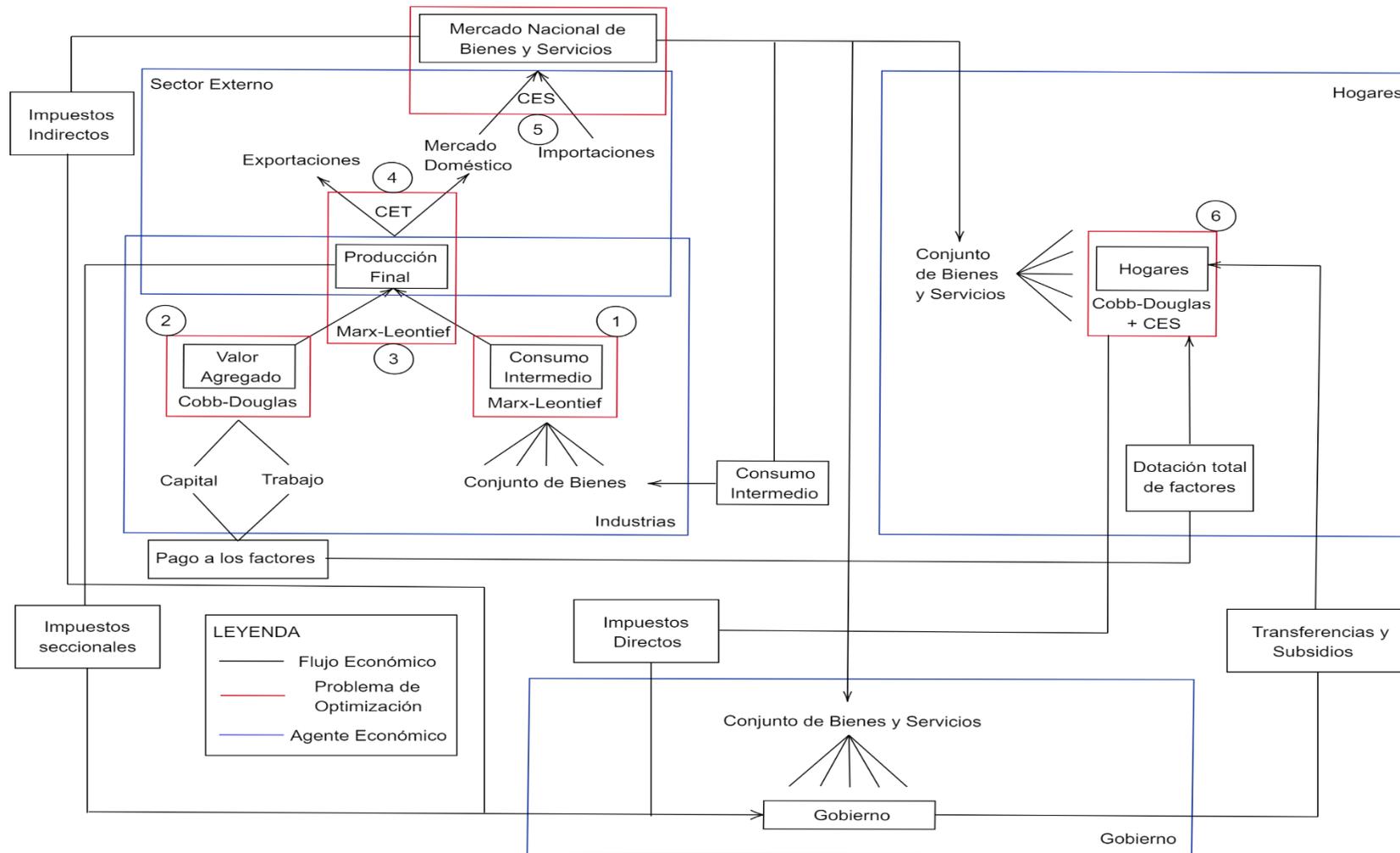
¹⁴ Se asume que una industria produce únicamente un solo bien característico.

Tabla 2. Sectores productivos incluidos dentro del modelo

N	Sector MEGC
1	Agricultura
2	Silvicultura, ganadería y pesca
3	Petróleo y gas natural
4	Diésel
5	Gasolina Bajo Octanaje
6	Gasolina Alto Octanaje
7	Otros derivados del petróleo
8	Minerales
9	Carnes, camarón y pescado elaborado
10	Otros alimenticios de origen animal y vegetal
11	Bebidas y tabaco
12	Productos textiles
13	Productos de madera y papel
14	Otros productos manufacturados
15	Maquinaria y Equipo
16	Servicios de transporte y almacenamiento
17	Trabajos de construcción y construcción
18	Servicios de enseñanza
19	Servicios sociales y de salud
20	Otros servicios
21	Servicios de comercio

Elaboración: El autor

Figura 2. Flujo circular de la economía ecuatoriana considerado dentro del modelo



Elaboración: El autor

4.2 Diseño

4.2.1 Problema de la industria

Las industrias buscan la maximización de sus beneficios, para lo cual primero deben minimizar sus costos sujetos a una restricción tecnológica. Aquí, se consideran tres niveles de decisión: consumo intermedio, valor agregado, y producción final¹⁵.

Cada nivel incluye una condición de *cero-ganancia*¹⁶, la cual asegura alcanzar un beneficio óptimo bajo el supuesto de tecnologías con retornos constantes de escala.

Consumo intermedio

En el consumo intermedio, todos los bienes son considerados complementarios perfectos, ya que cada uno de ellos es esencial para el proceso productivo, por lo que se asume una tecnología Marx-Leontief. En ese sentido, el problema de minimización de costos para cada industria j es:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n p_i^S X_{ij} \\ \text{s. r.} \quad & Cl_j = \min_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{X_{ij}}{\gamma_{ij}} \right\} \end{aligned} \quad (4.1)$$

donde,

- p_i^S : Precio del bien i después de impuestos, subsidios y márgenes comerciales
- X_{ij} : Consumo intermedio del bien i por la industria j
- Cl_j : Consumo intermedio total de la industria j
- γ_{ij} : Proporción fija del consumo intermedio del bien i para la industria j

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$X_{ij}^* = \gamma_{ij} Cl_j, \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (4.2)$$

Por otro lado, la maximización del beneficio con base en estas demandas arroja la siguiente condición de *cero-ganancia*:

$$p_j^{Cl} Cl_j = \sum_{i=1}^n p_i^S X_{ij}^* \quad (4.3)$$

¹⁵ Bloques 1, 2 y 3 de la **Figura 2**, respectivamente.

¹⁶ Esta condición muestra que se obtienen solamente los beneficios necesarios para satisfacer las remuneraciones de los factores (Nicholson & Westhoff, 2009).

donde p_j^{CI} es el precio del consumo intermedio de la industria j .

Valor agregado

Para el caso del valor agregado, las empresas utilizan dos factores de producción: capital y trabajo. La función de producción de valor agregado es una Cobb-Douglas, con la cual, se considera una relación tecnológica de sustitución¹⁷ existente entre ambos factores. De esta manera, el problema de minimización de costos de la industria j es:

$$\begin{aligned} \text{Min } & w_K K_j + w_L L_j \\ \text{s. r. } & VA_j = A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L} \right) \end{aligned} \quad (4.4)$$

donde,

- w_K, w_L : Precio del factor capital y del factor trabajo, respectivamente
- K_j, L_j : Cantidades de capital y trabajo empleados en la industria j , respectivamente
- VA_j : Valor agregado de la industria j
- A_j^{VA} : Coeficiente de productividad para la industria j
- α_j^K, α_j^L : Coeficiente de demanda de capital y trabajo en la industria j

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$L_j^* = \frac{\alpha_j^L VA_j}{A_j^{VA} w_L \left(\frac{\alpha_j^K}{w_K} \right)^{\alpha_j^K} \left(\frac{\alpha_j^L}{w_L} \right)^{\alpha_j^L}} \quad (4.5)$$

$$K_j^* = \frac{\alpha_j^K VA_j}{A_j^{VA} w_K \left(\frac{\alpha_j^K}{w_K} \right)^{\alpha_j^K} \left(\frac{\alpha_j^L}{w_L} \right)^{\alpha_j^L}} \quad (4.6)$$

Por otro lado, la maximización del beneficio con base en estas demandas arroja la siguiente condición de *cero-ganancia*:

$$p_j^{VA} VA_j = w_K K_j^* + w_L L_j^* \quad (4.7)$$

donde p_j^{VA} es el precio del valor agregado de la industria j .

¹⁷ Constante en todos los puntos e igual a 1.

Producción final

En la etapa de producción final, los flujos del valor agregado y consumo intermedio se incorporan al proceso productivo mediante una restricción tecnológica Marx-Leontief asumiendo que estos flujos participan mediante proporciones fijas en el proceso productivo.

De esta manera, el problema de minimización de costos de la industria j es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Min } & p_j^{CI} CI_j + p_j^{VA} VA_j \\ \text{s. r. } & Q_j = \min \left\{ \frac{CI_j}{\delta_j^{CI}}, \frac{VA_j}{\delta_j^{VA}} \right\} \end{aligned} \quad (4.8)$$

donde,

- p_j^{CI}, p_j^{VA} : Precio del consumo intermedio y el valor agregado de la industria j , respectivamente
- Q_j : Producción final de la industria j
- $\delta_j^{CI}, \delta_j^{VA}$: Proporciones fijas del consumo intermedio y el valor agregado de la industria j , respectivamente

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$CI_j^* = \delta_j^{CI} Q_j \quad (4.9)$$

$$VA_j^* = \delta_j^{VA} Q_j \quad (4.10)$$

Por otro lado, la maximización del beneficio con base en estas demandas arroja la siguiente condición de *cero-ganancia*:

$$p_j^{Q'} Q_j = p_j^{CI} CI_j^* + p_j^{VA} VA_j^* \quad (4.11)$$

donde $p_j^{Q'}$ es el precio de la producción final de la industria j antes de impuestos seccionales.

4.2.2 Problema del sector externo¹⁸

En esta sección del modelo se decide el destino de la producción final de la industria (i.e. exportaciones y mercado doméstico) mediante un proceso de minimización de costos. Además, siguiendo el mismo esquema, se decide el origen de la oferta (i.e. importaciones y mercado doméstico) que abastece el mercado nacional de bienes y servicios.

¹⁸ Bloques 4 y 5 de la **Figura 2**.

De igual manera que en el problema del productor, cada proceso incluye una condición de *cero-ganancia* que asegura la maximización del beneficio.

Exportaciones

La decisión entre vender localmente o exportar se realiza mediante una tecnología de Elasticidad de Transformación Constante (CET, por sus siglas en inglés). En ese sentido, se tiene el siguiente problema de minimización de costos en el mercado j :

$$\begin{aligned} & \text{Min } p_j^E E_j + p_j^D D_j \\ & \text{s. r. } Q_j = A_j^{ED} \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j}} \end{aligned} \quad (4.12)$$

donde,

- A_j^{ED} : Coeficiente de productividad para las exportaciones del bien¹⁹ j
- p_j^E, p_j^D : Precio del bien j en el mercado exterior y el mercado doméstico, respectivamente
- E_j, D_j : Exportaciones y oferta local del bien j , respectivamente.
- ϕ_j^E, ϕ_j^D : Coeficiente de participación del bien j en el mercado exterior y el mercado doméstico, respectivamente
- ρ_j : Parámetro asociado a la elasticidad de sustitución entre exportaciones y la variedad local del bien j

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$E_j^* = \frac{\frac{Q_j}{A_j^{ED}} \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}}}{\left[p_j^E \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} + p_j^D \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}} \quad (4.13)$$

$$D_j^* = \frac{\frac{Q_j}{A_j^{ED}} \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}}}{\left[p_j^E \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} + p_j^D \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}} \quad (4.14)$$

Por otro lado, la maximización del beneficio con base en estas demandas arroja la siguiente

¹⁹ Dado que se asume producción homogénea, el bien j es producido únicamente por la industria j .

condición de *cero-ganancia*:

$$p_j^Q Q_j = p_j^E E_j^* + p_j^D D_j^* \quad (4.15)$$

donde p_j^Q es el precio de la producción final de la industria j después impuestos seccionales.

Importaciones

El mercado nacional de bienes y servicios demanda productos tanto del mercado doméstico como del sector externo, asumiendo una tecnología de Elasticidad de Sustitución Constante (CES, por sus siglas en inglés).

En este sentido, se tiene el siguiente problema de minimización de costos de la industria j :

$$\begin{aligned} & \text{Min } p_j^D D_j + p_j^M M_j \\ \text{s. r. } & S_j = A_j^{MD} \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} \end{aligned} \quad (4.16)$$

donde,

- A_j^{MD} : Coeficiente de productividad para las importaciones del bien j
- p_j^D, p_j^M : Precio del bien j proveniente del mercado doméstico y del mercado exterior, respectivamente (incluye aranceles)
- D_j, M_j : Oferta local e importaciones del bien j , respectivamente
- β_j^D, β_j^M : Coeficiente de participación del bien j en el mercado doméstico y el mercado exterior, respectivamente
- σ_j : Parámetro asociado a la elasticidad de sustitución entre importaciones y la variedad local del bien j

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$D_j^* = \frac{\frac{S_j}{A_j^{MD}} \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}}}{\left[p_j^D \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} + p_j^M \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_j}}} \quad (4.17)$$

$$M_j^* = \frac{\frac{S_j}{A_j^{MD}} \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}}}{\left[p_j^D \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} + p_j^M \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_j}}} \quad (4.18)$$

Por otro lado, la maximización del beneficio con base en estas demandas arroja la siguiente condición de *cero-ganancia*:

$$p_j^{S'} S_j = p_j^D D_j^* + p_j^M M_j^* \quad (4.19)$$

donde $p_j^{S'}$ es el precio del bien j antes de impuestos, subsidios y márgenes comerciales.

4.2.3 Problema de los hogares²⁰

Los hogares maximizan una función de utilidad de tipo Cobb-Douglas. Adicionalmente, se realiza una anidación de una función tipo CES para capturar el efecto sustitución entre las gasolinas de bajo y alto octanaje, de acuerdo con sus características en el mercado ecuatoriano.

El problema de los hogares está sujeto a una restricción presupuestaria en la que se considera la generación, distribución y asignación de ingresos en la economía. Este problema para el hogar h tiene la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \prod_{i \notin G} C_{hi}^{\theta_{hi}} \left[\sum_{i \in G} (\delta_{hi}^G C_{hi}^{\rho^G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho^G}} \\ \text{s. r.} \quad & \sum_i p_i^S C_{hi} = Y_h^{disp}, \\ & \sum_i \theta_{hi} + \bar{\theta} = 1, \quad G = \{\text{Bajo Octanaje}, \text{Alto Octanaje}\} \end{aligned} \quad (4.20)$$

donde,

- θ_{hi} : Coeficiente de consumo final del hogar h en el bien i , excluyendo gasolinas
- $\bar{\theta}_h$: Coeficiente de consumo final del hogar h en gasolinas
- ρ^G : Parámetro asociado a la elasticidad de sustitución entre gasolinas
- δ_{hi}^G : Coeficiente de demanda del hogar h en gasolinas
- C_{hi} : Consumo final del hogar h en el bien i
- Y_h^{dsp} : Ingreso disponible del hogar h

²⁰ Bloque 6 de la **Figura 2**.

La solución de este problema conlleva a las siguientes demandas *marshallianas*:

$$C_{hi}^* = \begin{cases} \frac{\theta_{hi}}{p_i^S} (Y_h^{disp}) & \text{si } i \notin G \\ \frac{\delta_{hi}^G \frac{1}{1-\rho^G} \bar{\theta}_h (Y_h^{disp})}{p_i^S \frac{1}{1-\rho^G} \sum_{i' \in G} \left(\frac{\delta_{hi'}^G \frac{1}{1-\rho^G}}{p_{i'}^S \frac{1}{1-\rho^G}} \right)} & \text{si } i \in G \end{cases} \quad (4.21)$$

Por otro lado, el ingreso disponible de cada hogar se determina mediante un proceso de distribución de recursos a partir del ingreso primario y secundario.

El ingreso primario del hogar consiste en la suma del pago a los factores productivos, de acuerdo con un parámetro de distribución fijo. Formalmente,

$$Y_h^{prm} = \varphi_{hL}^{prm} w_L L + \varphi_{hK}^{prm} w_K K, \quad \forall 1 \leq h \leq m \quad (4.22)$$

donde,

- $L = \sum_{j=1}^n L_j^*$: Total del factor trabajo empleado por las industrias
- $K = \sum_{j=1}^n K_j^*$: Total del factor capital empleado por las industrias
- w_L, w_K : Pago a los factores trabajo y capital, respectivamente
- $\varphi_{hL}^{prm}, \varphi_{hK}^{prm}$: Parámetro de distribución del factor trabajo y capital, respectivamente, para el hogar h .
- Y_h^{prm} : Ingreso primario del hogar h

El ingreso secundario es la suma del ingreso primario del hogar y las transferencias netas con otros agentes, de acuerdo con un parámetro de distribución fijo, y adicionalmente, otras transferencias de capital recibidas. Formalmente,

$$Y_h^{scn} = Y_h^{prm} + \sum_{t=1}^T \varphi_{ht}^{scn} z_t + \Delta K_h, \quad \forall 1 \leq h \leq m \quad (4.23)$$

donde,

- z_t : Total de transferencias netas de los hogares con el agente t
- φ_{ht}^{scn} : Parámetro de distribución fijo de las transferencias con el agente t , para el hogar h
- ΔK_h : Transferencias de capital recibidas por el hogar h
- Y_h^{scn} : Ingreso secundario del hogar h

Por último, el ingreso disponible es una proporción fija (proporción marginal a consumir) del ingreso secundario. Formalmente,

$$Y_h^{dsp} = \varphi_h^{dsp} Y_h^{scn}, \quad \forall 1 \leq h \leq m \quad (4.24)$$

donde,

- φ_{hi}^{dsp} : Proporción marginal a consumir
- Y_h^{dsp} : Ingreso disponible del hogar h

4.2.4 El Gobierno

El Gobierno dentro del MEGC se asume exógeno. Su actividad consiste en la recaudación de impuestos seccionales, directos e indirectos derivados de la actividad económica y la redistribución de este flujo de recursos mediante gasto público, inversión, transferencias y subsidios²¹.

4.2.5 Sistema de precios

Dadas las características tributarias de la economía ecuatoriana, se requiere definir un sistema de precios que refleje la forma en que los impuestos, subsidios y márgenes comerciales influyen dentro del modelo. De esta manera, se tiene que los impuestos seccionales tienen la siguiente relación:

$$p_i^Q = (1 + \tau_i^{otr}) p_i^{Q'} \quad (4.25)$$

donde,

- $p_i^{Q'}$: Precio de la producción final del bien i antes de otros impuestos seccionales
- τ_i^{otr} : Impuestos seccionales sobre el bien i
- p_i^Q : Precio de la producción final del bien i después de otros impuestos seccionales

Por otro lado, los aranceles cumplen la siguiente relación:

$$p_i^M = (1 + \tau_i^{arn}) p_i^{M'} \quad (4.26)$$

donde,

- $p_i^{M'}$: Precio del bien i proveniente desde el mercado exterior antes de

²¹ Este agente incluye a las instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH).

aranceles

- τ_i^{arn} : Aranceles sobre el bien i
- p_i^M : Precio del bien i proveniente desde el mercado exterior después de aranceles

Asimismo, los impuestos, subsidios y márgenes comerciales que se aplican sobre la oferta final se pueden especificar como:

$$p_i^S = (1 + mg_i)(1 + \tau_i^{iva})p_i^{S'} - \zeta_i \quad (4.27)$$

donde,

- $p_i^{S'}$: Precio del bien i antes de impuestos, subsidios y márgenes comerciales
- τ_i^{iva} : Impuestos sobre el bien i
- ζ_i : Subsidios sobre el bien i
- mg_i : Márgenes comerciales sobre el bien i
- p_i^S : Precio del bien i después de impuestos, subsidios y márgenes comerciales

Aquí, la Ecuación 4.27 es determinante dentro del modelo, pues, a partir de esta, se simularán los distintos escenarios del subsidio a los combustibles.

Adicionalmente, por su tamaño (*small open economy*), se asume que la economía ecuatoriana no tendrá ninguna influencia sobre el precio de los bienes que se comercializan internacionalmente, es decir, los precios de los bienes del mercado exterior antes de aranceles son exógenos e iguales a 1:

$$p_i^{M'} = p_i^E = 1 \quad (4.28)$$

4.2.6 Ecuaciones de equilibrio

Una vez que se conocen las funciones de oferta y demanda de los agentes económicos es posible plantear las ecuaciones de equilibrio. En este sistema económico existen dos equilibrios, el primer equilibrio corresponde al mercado de bienes y servicios:

$$S_i^* = \sum_{j=1}^n X_{ij}^* + \sum_{h=1}^m C_{hi}^* + G_i + I_i \quad (4.29)$$

donde,

- S_i^* : Oferta final del bien i

- X_{ij}^* : Consumo intermedio del bien i por la industria j
- C_{hi}^* : Consumo del bien i por el hogar h
- G_i : Gasto final del Gobierno en el bien i
- I_i : Inversión en el bien i

El segundo equilibrio corresponde al mercado de factores de producción (capital y trabajo):

$$\sum_{i=1}^n L_j^* = L, \quad \sum_{i=1}^n K_j^* = K \quad (4.30)$$

donde,

- L : Total del factor trabajo empleado por las industrias
- K : Total del factor capital empleado por las industrias

4.2.7 Reglas de cierre

Con el objetivo de tener una representación macroeconómica fehaciente de la economía ecuatoriana, el modelo incorporó las siguientes reglas de cierre neokeynesianas, en concordancia con Gilbert & Tower (1971) y Robinson & Lofgren (2005):

- La Inversión I_i y Gasto del Gobierno G_i son exógenos
- El consumo se define a través de una propensión marginal constante φ_h^{dsp}
- El salario w_L es fijo, por lo que no existe pleno empleo en el mercado laboral

4.3 Datos y calibración

4.3.1 Matriz de Contabilidad Social

En la calibración del modelo se utilizaron los datos de la Matriz de Contabilidad Social (MCS), realizada por el Banco Central del Ecuador (BCE) para el año 2014. Esta matriz recoge los componentes de consumo intermedio, producción, exportaciones e importaciones, valor agregado, distribución y asignación del ingreso, e impuestos y subsidios.

La MCS del BCE cuenta con la información de 69 industrias y 72 productos; por lo cual, primero fue necesario realizar una homogeneización de la producción y una homologación de los sectores productivos para adaptarse a los 21 sectores del modelo. Los pasos para replantear esta matriz se detallan a continuación.

Homogeneización de la producción

Para realizar este proceso, primero se equipararon las dimensiones de los cuadrantes de producción y demanda intermedia para construir una matriz cuadrada. Luego, se distribuyó proporcionalmente la producción de bienes no característicos de cada una de las ramas de actividad, empleando sus coeficientes técnicos. De esta manera, los dos primeros cuadrantes de las MCS tradicional se agregaron en uno solo. Con este proceso, se obtuvo una MCS preliminar de 70 industrias de producción homogénea. La estructura de esta nueva matriz se muestra en la **Figura 3**.

Homologación de los sectores productivos

Con base en la MCS de producción homogénea, se realizó la homologación de los sectores productivos para obtener los sectores del modelo mostrados en la **Tabla 2**²². La correspondencia de los sectores del modelo y los sectores de la MCS se muestra en el **Anexo 3**.

Una vez hecho esto, el sector de “*Aceites refinados de petróleo*” fue desagregado en cuatro subsectores: Diésel, Gasolina Bajo Octanaje (Extra-Ecopaís), Gasolina Alto Octanaje (Súper), y, Otros derivados del petróleo. Para realizar esta desagregación, se utilizó información de las Tablas Oferta-Utilización Nivel 2 del Banco Central del Ecuador y de encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos²³. A partir de estos datos se empleó la técnica de ajuste biproporcional RAS, propuesta por Bacharat (1970), para asegurar la consistencia de la nueva matriz con la información oficial.

Los pasos detallados anteriormente permitieron obtener una matriz cuadrada y de producción homogénea con 21 sectores productivos, 2 factores de producción, 4 agentes institucionales (industrias, 5 hogares divididos por quintiles de ingreso, Gobierno, y sector externo) y 4 cuentas fiscales (impuestos domésticos, aranceles, subsidios e impuestos sobre el ingreso). La estructura de esta matriz es la misma que se muestra en la **Figura 3**, mientras que sus valores agregados se pueden observar en la **Tabla 3**. Los valores desagregados de la MCS por cada sector y agente se muestran en el **Anexo 4**.

²² Exceptuando los sectores 4 al 7 que están inicialmente están agregados en el sector *Aceites refinados de petróleo*.

²³ Específicamente, se usó la información de la Encuesta de Manufactura y Minería 2015, Encuesta de Comercio Interno 2015, Encuesta de Hoteles, Restaurantes y Servicios 2015, Encuesta de Estructura Empresarial 2016 y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales 2011.

Figura 3. Estructura de la Matriz de Contabilidad Social usada en el modelo

		Sectores	Factores	Agentes Institucionales				Impuestos y subsidios				Inversión	
		Sector Productivo	Factores	Industrias	Hogares	Gobierno	Resto del Mundo	Impuestos domésticos	Impuestos Importados	Subsidios	Impuesto a los ingresos	Inversión	Total
Sectores	Sector Productivo	Consumo Intermedio			Consumo de los Hogares	Gasto del Gobierno	Exportaciones					Formación Bruta de Capital Fijo + Variación de Existencias	Total Demanda
Factores	Factores	Valor Agregado					Transferencias						Total Valor Agregado
Agentes Institucionales	Industrias		Pago a los factores	Transf. por Indemnizaciones	Transf. por Indemnizaciones	Subvenciones y crédito tributario	Remesas recibidas					Transferencias de capital	Total Ingreso Industrias
	Hogares		Pago a los factores	Transf. por Indemnizaciones	Transferencias entre hogares	Subvenciones y crédito tributario	Remesas recibidas					Transferencias de capital	Total Ingreso Hogar
	Gobierno	Impuestos seccionales	Pago a los factores	Tasas administrativas	Tasas administrativas	Tasas administrativas	Remesas recibidas	Impuestos a los productos nacionales	Impuestos a las importaciones	Subsidios	Impuesto a los ingresos	Transferencias de capital	Total Ingreso Gobierno
	Resto del Mundo	Importaciones	Pago a los factores	Remesas enviadas al exterior	Remesas enviadas al exterior	Remesas enviadas al exterior						Transferencias de capital	Total Ingresos Resto del Mundo
Impuestos y subsidios	Impuestos domésticos	Impuestos a los productos nacionales											Total Impuestos domésticos
	Impuestos Importados	Impuestos a las importaciones											Total Impuestos Importados
	Subsidios	Subsidios											Total Subsidios
	Impuestos a los ingresos			Impuestos a los ingresos	Impuestos a los ingresos								Total Impuestos a los ingresos
Ahorro	Ahorro			Ahorro Sociedades	Ahorro Hogares	Ahorro Público	Ahorro Externo						Total Ahorro
	Total	Total Oferta	Gasto Factorial	Total Uso Industrias	Total Uso Hogar	Total Uso Gobierno	Total Uso Resto del Mundo	Total Impuestos domésticos	Total Impuestos Importados	Total Subsidios	Total Impuestos a los ingresos	Total Inversión	

Elaboración: El autor

Tabla 3. Valores agregados de la Matriz de Contabilidad Social usada en el modelo

		Sectores	Factores	Agentes Institucionales				Impuestos y subsidios				Inversión	
		Sector Productivo	Factores	Industrias	Hogares	Gobierno	Resto del Mundo	Impuestos domésticos	Impuestos importados	Subsidios	Impuesto a los ingresos	Inversión	Total
Sector Productivo	Sectores	75,454			59,576	15,424	28,633					28,833	207,920
	Factores	96,562					11						96,572
Agentes Institucionales	Industrias		24,793	6,737	5,435	8,379	217					3,221	48,783
	Hogares		69,303	4,677		5,623	2,538					384	82,526
	Gobierno	755	2,464	17,821	7,559	2,521	189	7,201	1,284	-3,510	4,605	5,019	45,909
	Resto del Mundo	30,174	11	1,161	436	709						23	32,514
Impuestos y subsidios	Impuestos domésticos	7,201											7,201
	Impuestos importados	1,284											1,284
	Subsidios	-3,510											-3,510
	Impuestos a los ingresos			2,660	1,945								4,605
Ahorro	Ahorro			15,726	7,574	13,253	927						37,480
	Total	207,920	96,572	48,783	82,526	45,909	32,514	7,201	1,281	-3,509	4,604	37,480	

Fuente: Cálculos propios con base en los datos del Banco Central del Ecuador y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Nota: Los valores se presentan en millones de dólares. Año base 2014.

4.3.2 Elasticidades de sustitución

Las elasticidades de sustitución CES y CET se tomaron de la aplicación del modelo MAMS para Ecuador, disponibles en los trabajos previos de Vos & León (2003) y León, Rosero & Vos (2008)²⁴. Estas elasticidades se muestran en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Elasticidades de sustitución para el MEGC²⁵

N	Sector MEGC	Elasticidades CES (a)	Elasticidades CET
1	Agricultura	0.9	0.6 ^(a)
2	Silvicultura, ganadería y pesca	0.8	1.5 ^(a)
3	Petróleo y gas natural	-	0.8 ^(b)
4	Diésel	0.8	0.8 ^(b)
5	Gasolina Bajo Octanaje	0.8	0.8 ^(b)
6	Gasolina Alto Octanaje	0.8	0.8 ^(b)
7	Otros derivados del petróleo	0.8	0.8 ^(b)
8	Minerales	0.8	0.8 ^(b)
9	Carnes, camarón y pescado elaborado	0.9	0.9 ^(a)
10	Otros alimenticios de origen animal y vegetal	0.9	0.9 ^(a)
11	Bebidas y tabaco	0.8	0.6 ^(a)
12	Productos textiles	0.8	0.6 ^(a)
13	Productos de madera y papel	0.8	0.6 ^(a)
14	Otros productos manufacturados	0.8	0.6 ^(a)
15	Maquinaria y Equipo	0.8	0.6 ^(a)
16	Servicios de transporte y almacenamiento	0.8	1 ^(a)
17	Trabajos de construcción y construcción	-	-
18	Servicios de enseñanza	-	-
19	Servicios sociales y de salud	-	-
20	Otros servicios	1.5	1 ^(a)
21	Servicios de comercio	-	-

^(a)Fuente: Vos & León (2003)

^(a)Fuente: León, Rosero & Vos (2008)

Elaboración: El autor

4.3.3 Proceso de calibración

Una vez que se reestructuró la MCS y se tuvo a disposición estimaciones preliminares de las elasticidades de sustitución, se procedió a calibrar el MEGC. Este proceso consistió en

²⁴ Es importante mencionar que estas elasticidades, a su vez, son el resultado de la revisión de los trabajos de Kouwenaar (1988), De Janvry, Sadoulet, & Fargeix (1991) y Jaramillo (1992).

²⁵ Las celdas que no presentan un valor numérico hacen referencia a valores nulos dentro de la Matriz de Contabilidad Social.

hallar el valor de los coeficientes del modelo que permita reproducir los flujos económicos de la MCS con las elasticidades de sustitución suministradas, asumiendo que todos los precios antes de impuestos y subsidios son iguales a 1 en el escenario base. Este proceso es básicamente determinista (pues considera las condiciones de primer orden de los problemas de decisión de los agentes económicos), y no involucra ninguna metodología estadística. En el **Anexo 2** se detallan las fórmulas de calibración del modelo.

4.4 Programación

La programación y calibración del modelo fue realizada en el software informático GAMS (*General Algebraic Modeling System*). La sintaxis correspondiente se muestra en el **Anexo 5**. La programación del sistema consideró un total de 1,102 ecuaciones. La **Tabla 5** muestra el número total de ecuaciones por cada nivel de decisión.

En el **Capítulo 5** se hace uso de esta programación para simular posibles escenarios respecto a la política de subsidios a los combustibles en Ecuador. El análisis de sensibilidad puede ser visto en el **Anexo 6**.

Tabla 5. Número de ecuaciones por cada nivel de decisión

Nivel de decisión	Dimensiones	Número de Ecuaciones
Consumo intermedio	21 bienes x 21 industrias	441
<i>Cero-ganancia</i> consumo intermedio	21 industrias	21
Valor agregado	2 factores x 21 industrias	42
<i>Cero-ganancia</i> valor agregado	21 industrias	21
Producción final	21 industrias x 2 etapas	42
<i>Cero-ganancia</i> producción final	21 industrias	21
Impuestos seccionales	21 industrias	21
Exportaciones	21 industrias x 2 destinos	42
<i>Cero-ganancia</i> exportaciones	21 industrias	21
Importaciones	21 industrias x 2 orígenes	42
<i>Cero-ganancia</i> importaciones	21 industrias	21
Aranceles	21 bienes	21
Balance precios domésticos	21 bienes	21
Impuestos, subsidios y márgenes comerciales	21 bienes	21
Consumo de los hogares	5 hogares x 21 industrias	105
Ingreso primario	5 hogares, 4 agentes, 1 sector externo, 2 factores	12
Ingreso secundario	5 hogares, 4 agentes, 1 sector externo	10
Ingreso disponible	5 hogares	5
Ahorro	5 hogares, 4 agentes, 1 sector externo	9
Impuesto a la renta	5 hogares, 4 agentes	9
Ingreso por impuestos	21 bienes x 4 agentes	84
Equivalencia impuestos recaudados e ingreso por impuestos	4 agentes	4
Equilibrio mercado de bienes	21 bienes	21
Equilibrio mercado de factores	2 factores x 21 bienes	42
Dotación inicial de factores	2 factores	2
Total		1,102

Elaboración: El autor

5 RESULTADOS

En este capítulo se muestran los principales hallazgos de la investigación a partir de tres secciones. En la primera sección se realiza un análisis descriptivo de los subsidios a los combustibles en el Ecuador con la finalidad de ilustrar algunos de los motivos por los cuales los hacedores de política buscan realizar reformas sobre esta subvención. Por otra parte, la segunda sección se encarga de argumentar los escenarios contrafactuales escogidos para la evaluación de política y reportar los resultados de sus estimaciones. Finalmente, se añade un último acápite en donde se realiza una breve discusión de los efectos sobre la eficiencia y equidad que poseen los subsidios, tomando como base lo expuesto en las dos secciones previas y el marco conceptual del **Capítulo 2**.

5.1 Análisis descriptivo

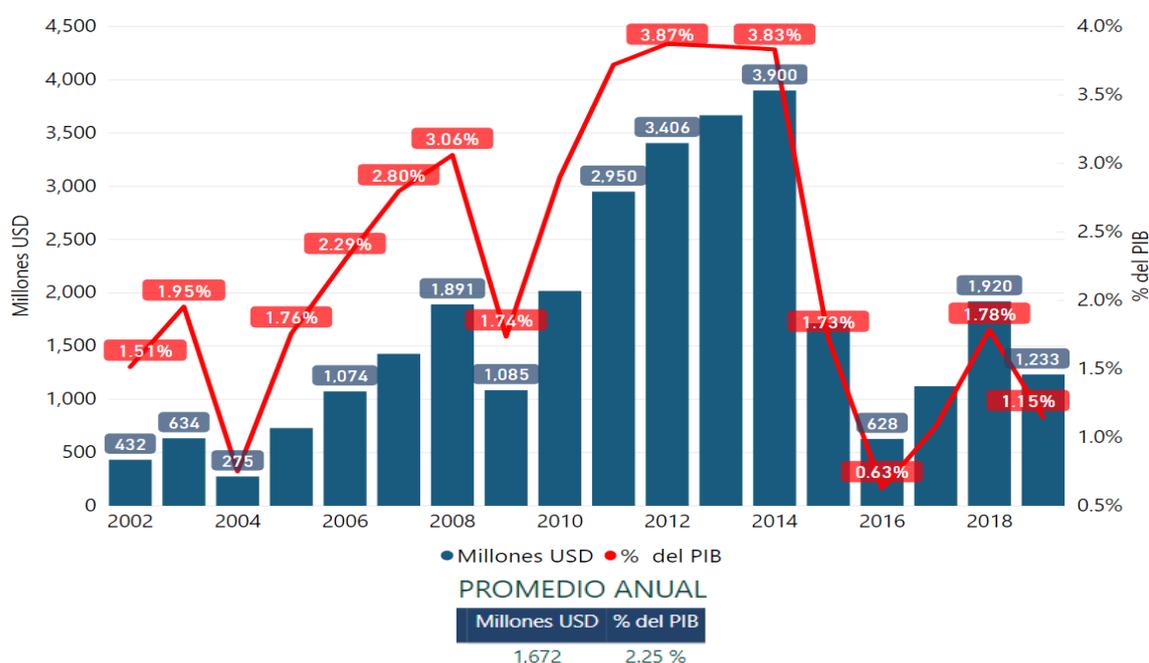
Los subsidios a los combustibles en el Ecuador se implementan por primera vez en el año 1974 con el objetivo de ampliar su cobertura dentro de los sectores que no podían acceder a ellos. Su comienzo sucede al mismo tiempo en que la economía se encontraba en una fase de expansión debido al incremento del precio del petróleo a nivel internacional y, consecuentemente, de los ingresos que recibía el país gracias a su exportación (Andrade, 2011). Desde entonces, estos subsidios han sido fuente de varias críticas por su falta de focalización, especialmente en épocas de desaceleración económica y ajuste fiscal en donde su costo de oportunidad se incrementa.

Esta política ha sido transversal a la historia económica del país desde su retorno a la democracia. En los años 80, tras la crisis de los precios del petróleo y la sucretización de la deuda externa, se llevaron a cabo algunos incrementos en los precios de los combustibles, sin que esto signifique la eliminación total del subsidio (Espinoza & Guayanlema, 2017). En la década de los 90, conforme a los planes de estabilización recomendados por organismos internacionales, se redujeron los montos destinados para los subsidios a los combustibles y se creó en compensación un programa de transferencias corrientes que se convirtió en el actual Bono de Desarrollo Humano (Acosta, 2001). A partir de la dolarización, las reformas a los subsidios a los combustibles parecían no estar en la agenda de los hacedores de política por considerarlas inviables y generadoras de crisis de gobernanza en el país (Andrade, 2011); sin embargo, la fuerte presión fiscal alrededor de esta subvención la ha traído nuevamente a la mesa de debate.

Debido a que la política de subsidios fija el precio de los combustibles, el Banco Central

del Ecuador calcula mensualmente el monto total destinado a subsidios como la diferencia entre los ingresos y costos por la comercialización interna de derivados importados²⁶. Bajo ese antecedente, a partir del año 2002²⁷, el país ha destinado más de 30,000 millones de dólares para mantener su política de subsidios, lo cual representa un promedio de 1,672 millones anuales. En relación con su PIB, los subsidios a los combustibles representaron un 2.25% en promedio, alcanzando un máximo de 3.87% en 2012²⁸ y un mínimo de 0.63% en 2016²⁹ (**Gráfico 1**).

Gráfico 1. Subsidios a los combustibles en el Ecuador 2002-2019



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: El autor

Nota: Millones de dólares (barras, eje izquierdo) y como porcentaje del PIB (línea, eje derecho)

Del total de subsidios a los combustibles, la mayor proporción se concentra en el subsidio al diésel, con un costo promedio anual que supera los 808 millones de dólares (**Gráfico 2**). Este último hecho es congruente con las cifras que reportan los sectores productivos, pues, descartando las actividades de extracción y refinación de petróleo, el combustible más

²⁶ Cabe aclarar que también existe una fracción de producción local de derivados a la que también se le proporciona el subsidio. Estos datos son observables únicamente para el período 2007-2016 de forma anual en matrices especializadas de contabilidad nacional: Tablas Oferta-Utilización, Matriz Insumo-Producto y Matriz de Contabilidad Social. La diferencia entre lo reportado mensualmente y las cifras de cuentas nacionales es de 45 millones de dólares en todo el período del que se disponen cifras (2007-2016).

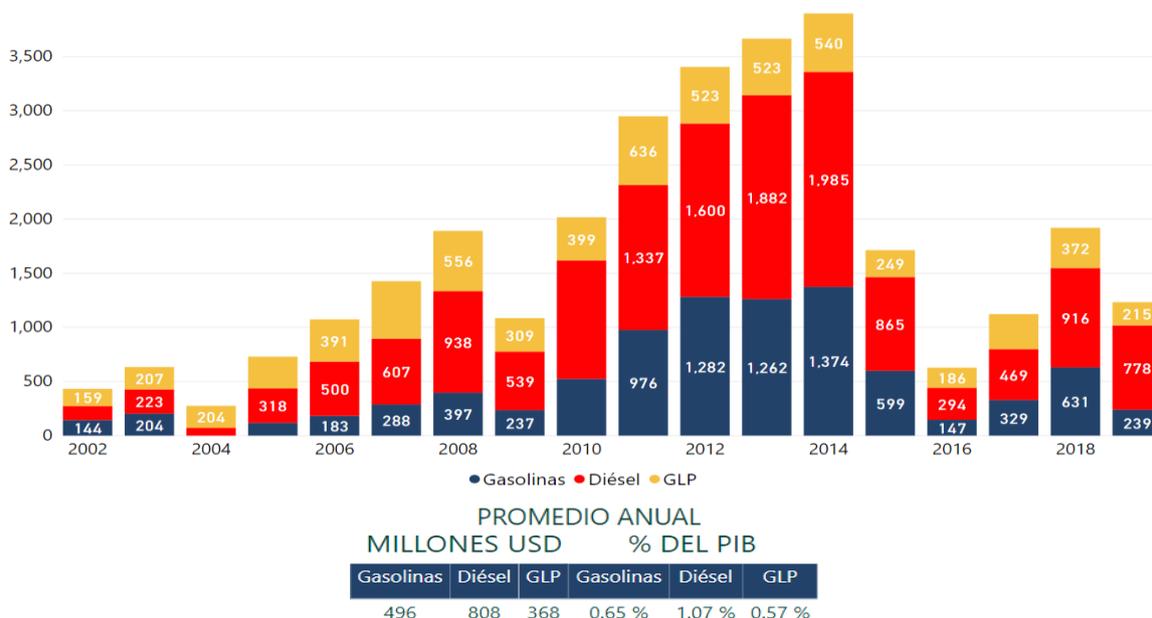
²⁷ Primeros datos disponibles.

²⁸ Asociado al petróleo WTI que alcanzó una media de 94 dólares por barril.

²⁹ Luego de la caída de los precios del petróleo a nivel internacional hasta una media de 43 dólares por barril y la recesión de la economía ecuatoriana.

utilizado por las industrias es el diésel.

Gráfico 2. Subsidios por tipo de combustible en el Ecuador 2002-2019



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: El autor

Nota: Millones de dólares

En concreto, a nivel de las industrias no petroleras existe un uso intensivo del diésel con respecto a las gasolinas y el resto de los combustibles (**Tabla 6**). Lo anterior conlleva a que, en un escenario de incremento de su precio, exista un mayor riesgo de contagio hacia todas las industrias de la economía a través de las relaciones insumo-producto y, consecuentemente, se dé un incremento sistémico de los precios al consumidor. Esta situación se puede observar en las relaciones productivas³⁰ del **Gráfico 3**; donde, los seis sectores que más demandan diésel son catalogados como sectores estratégicos³¹, es decir, estos sectores están fuertemente encadenados hacia adelante con el resto de sectores de la economía.

³⁰ Encadenamientos calculados a partir de la inversa de Leontief que se deriva de la Matriz de Contabilidad Social construida en el **Capítulo 4**.

³¹ Servicios de comercio, Petróleo y gas natural, Otros derivados del petróleo, Otros productos manufacturados, Servicios de transporte y almacenamiento; y, Otros servicios.

Tabla 6. Intensidad del consumo de combustibles por las industrias no petroleras

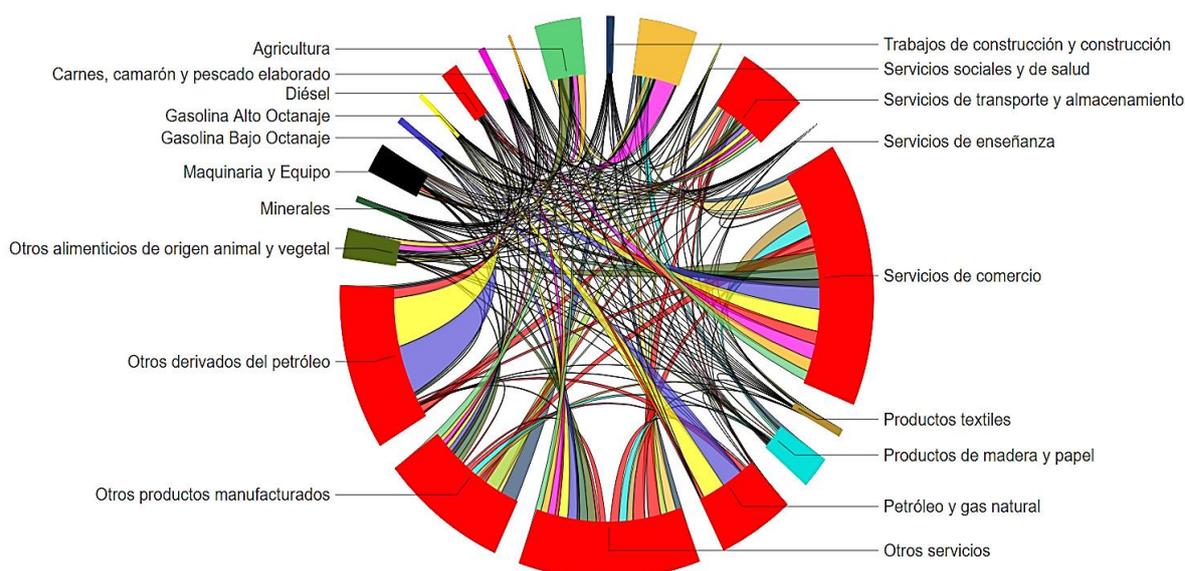
Sector	Diésel	Gasolina Alto Octanaje	Gasolina Bajo Octanaje	Otros derivados del petróleo
Agricultura	33 %	9 %	15 %	43 %
Silvicultura, ganadería y pesca	77 %	3 %	5 %	14 %
Minerales	83 %	1 %	2 %	14 %
Carnes, camarón y pescado elaborado	62 %	6 %	8 %	25 %
Otros alimenticios de origen animal y vegetal	56 %	4 %	4 %	36 %
Bebidas y tabaco	76 %	0 %	18 %	6 %
Productos textiles	52 %	3 %	8 %	37 %
Productos de madera y papel	75 %	1 %	2 %	22 %
Otros productos manufacturados	47 %	1 %	1 %	51 %
Maquinaria y Equipo	52 %	12 %	7 %	28 %
Servicios de transporte y almacenamiento	25 %	9 %	7 %	59 %
Trabajos de construcción y construcción	62 %	10 %	11 %	17 %
Servicios de enseñanza	8 %	34 %	54 %	4 %
Servicios sociales y de salud	7 %	72 %	18 %	3 %
Otros servicios	27 %	8 %	8 %	58 %
Servicios de comercio	42 %	24 %	14 %	21 %

Fuente: Banco Central del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Nota: Datos con base en la Matriz de Contabilidad Social de 2014, cada fila suma el 100%

Gráfico 3. Relaciones de encadenamiento productivo (exceptuando autoconsumo)



Fuente: Banco Central del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Nota: Datos con base en la Matriz de Contabilidad Social de 2014

Interpretación: Entre más numerosos sean los lazos que se desprenden de cada sector mayor es la relación hacia adelante con otros sectores. Por otro lado, entre más anchos sean los lazos la relación es más intensa. El color rojo denota a los sectores con los que el diésel mantiene un mayor encadenamiento hacia adelante, es decir, los que relativamente demandan más diésel.

Por otra parte, las estadísticas fiscales reflejan que, con todo lo demás constante, en los períodos 2002-2003, 2004-2008 y 2010-2012, el monto destinado a estos subsidios pudo haber cubierto el déficit del Gobierno Central; mientras que, a partir del 2013 pudo haber aliviado la presión deficitaria en promedio en un 39% (**Gráfico 4**). Aunque este hecho no se traduce necesariamente en que la economía experimentaría un mayor ahorro –pues existiría la disyuntiva entre cerrar la brecha, reducir las necesidades de financiamiento o redirigir esos recursos a más gasto público– sirve como una primera referencia para ilustrar el costo de oportunidad fiscal en épocas de déficit.

Gráfico 4. Déficit Gobierno Central y subsidios a los combustibles



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: El autor

Nota: Millones de dólares, cifras provisionales a partir de 2008, base devengado

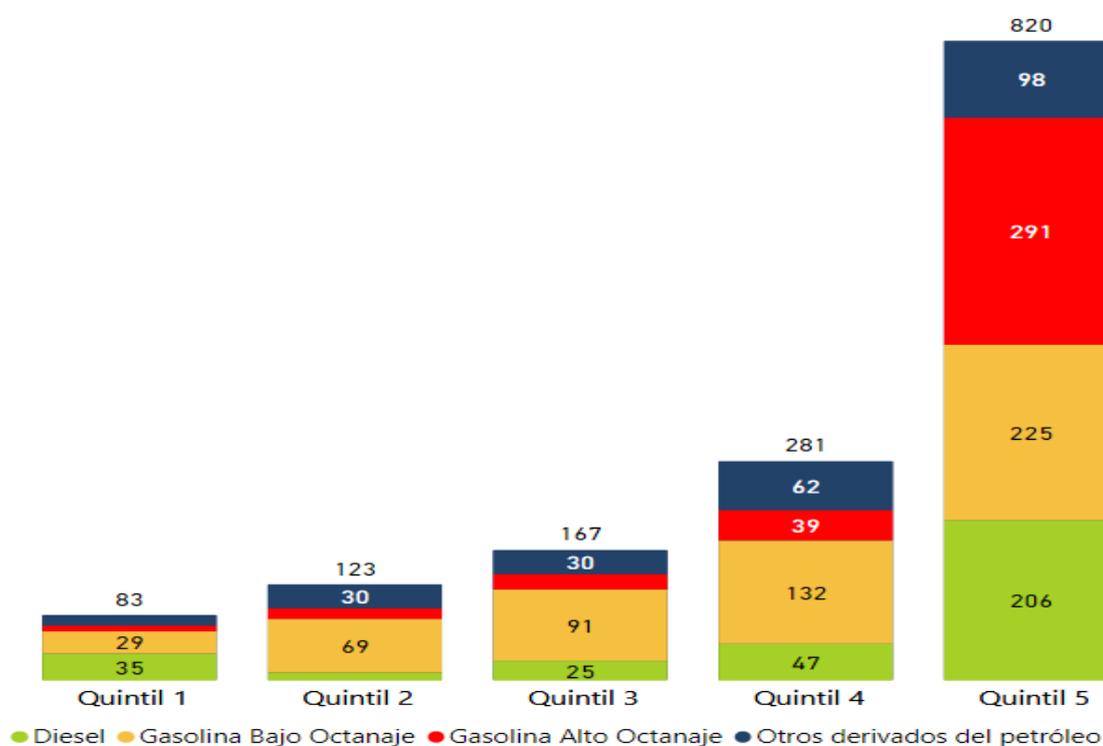
Al respecto, la regla fiscal que plantea el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas³² da lugar a que en situaciones que requieran un ajuste fiscal debido a una contracción en los ingresos presupuestados, las variables de cierre del Gobierno correspondan a los egresos no permanentes, categoría en la cual ingresa la inversión pública (gasto de capital), pero no los subsidios a los combustibles. Por el contrario, si se considera que el precio internacional de los derivados subsidiados que se importan –y consecuentemente su subsidio– está ligado directamente con la evolución de los precios del petróleo, la carga fiscal se expandiría en épocas de bonanza petrolera y el efecto

³² El Artículo 81 establece que “los egresos permanentes se financiarán única y exclusivamente con ingresos permanentes”.

positivo dentro de los ingresos estatales se vería reducido.

Siguiendo otro enfoque, debido a su falta de focalización, los subsidios a los combustibles también han sido criticados por ser regresivos y no atender a los sectores más vulnerables (Poveda, Carrillo, & Castro, 2018). Bajo esa premisa, un primer acercamiento a las cifras de consumo final anual de combustibles por parte de los hogares, divididos por quintiles de ingreso, evidencia las disparidades que existen en el consumo de estos bienes. Aquí, el quintil más rico de la población consume aproximadamente 10 veces más de lo que consume el quintil más pobre, una diferencia absoluta de 737 millones (**Gráfico 5**).

Gráfico 5. Consumo anual de combustibles de los hogares por quintiles de ingreso



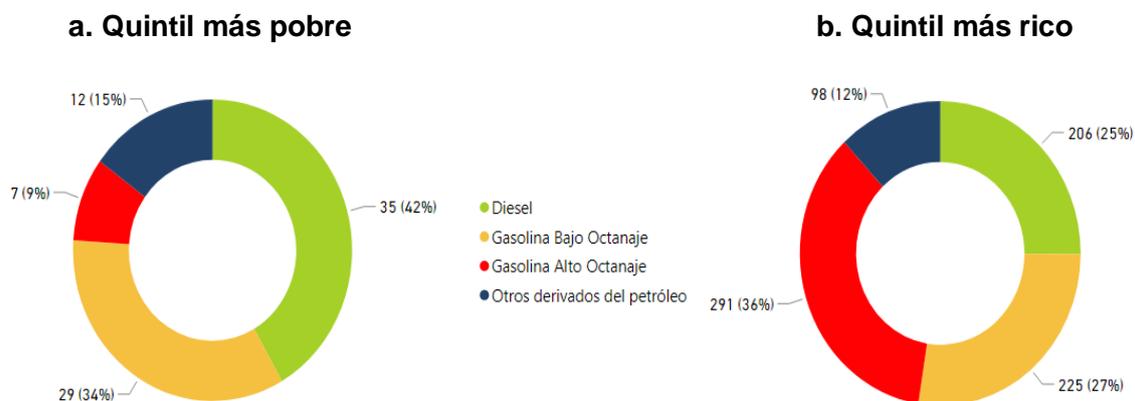
Fuente: Banco Central del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Nota: Datos con base en la Matriz de Contabilidad Social de 2014, millones de dólares

Puntualmente, en la canasta del quintil más pobre destaca (con más del 70%) el consumo de diésel y gasolinas de bajo octanaje (**Gráfico 6.a**); mientras que, dentro del quintil más rico se observa una mayor diversificación entre combustibles con una ligera concentración en la gasolina de alto octanaje (**Gráfico 6.b**). Con ello, el subsidio estaría siendo dirigido en mayor medida a los estratos de más altos ingresos por la cantidad de consumo, en lugar de los más pobres. Si bien esto no permite concluir con rigurosidad que la política sea ineficaz, sí pone en evidencia oportunidades de mejora, especialmente en términos de focalización.

Gráfico 6. Distribución del consumo anual de los hogares por tipo de combustible



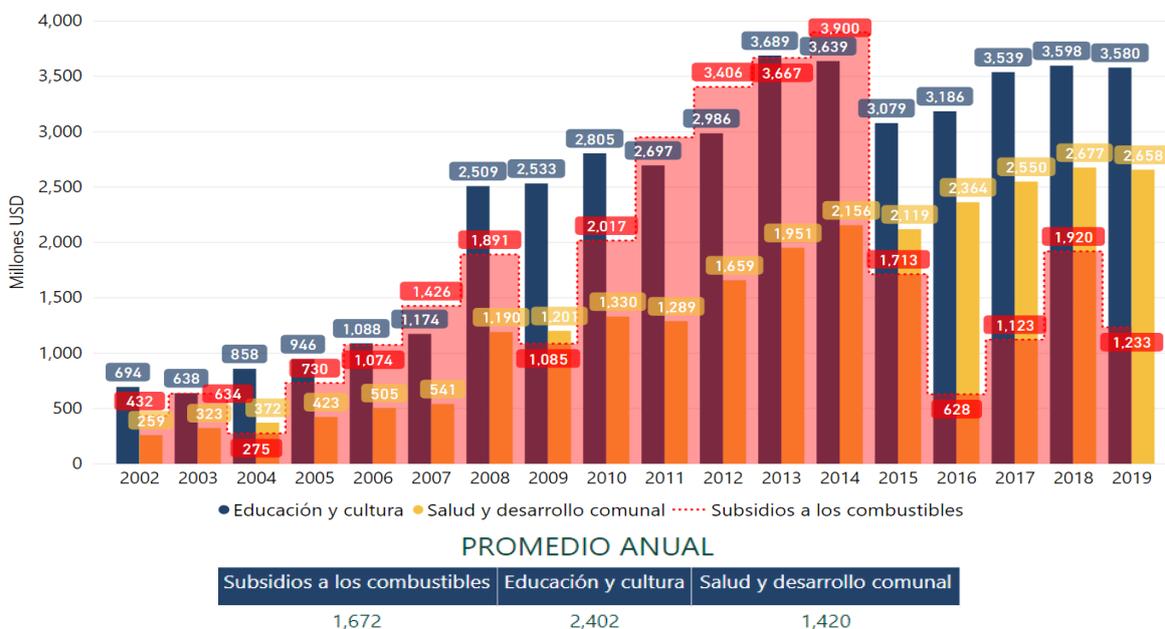
Fuente: Banco Central del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Nota: Datos con base en la Matriz de Contabilidad Social de 2014, millones de dólares y como porcentaje del total

Además de la regresividad de los subsidios, sobresale otro problema: su costo de oportunidad en términos de desarrollo. Al respecto, es posible notar que en el período 2002-2019, el gasto en subsidios superó en varias ocasiones a los gastos en educación y salud, vistos individualmente. En promedio, el gasto en subsidios fue 1.18 veces el gasto en salud y 0.70 veces el gasto en educación (**Gráfico 7**).

Gráfico 7. Gasto gubernamental en educación, salud y subsidios a los combustibles



Fuente: Banco Central del Ecuador

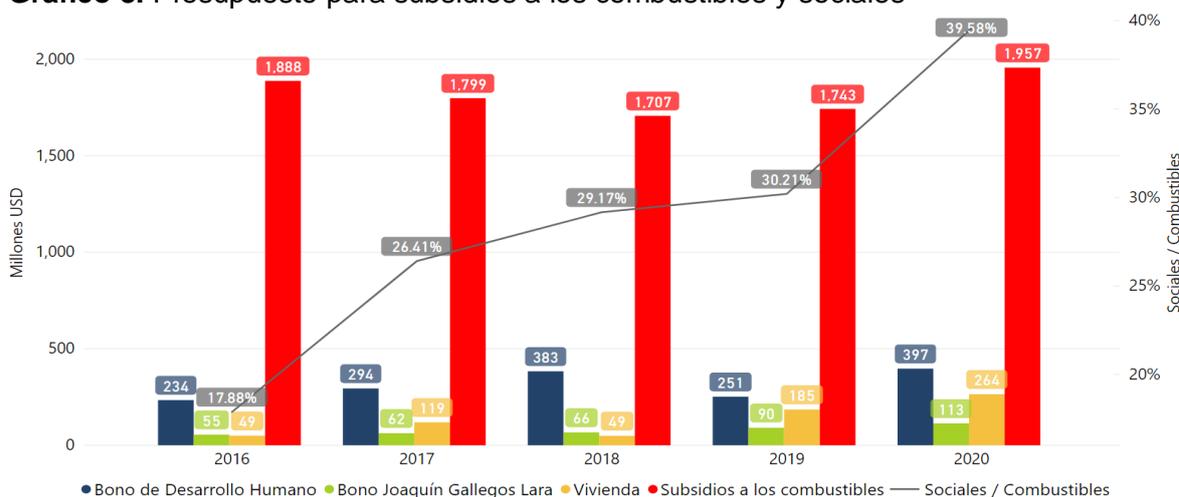
Elaboración: El autor

Nota: Millones de dólares, cifras provisionales a partir de 2008, base caja del Gobierno Central

De igual forma, la planificación fiscal ha dado mayor peso a los subsidios a los combustibles

que a otras iniciativas de cierre de brechas de equidad. En los últimos cinco años, las proformas presupuestarias han considerado que el gasto en subsidios a los combustibles sobrepase los 1,700 millones de dólares; mientras que, otras subvenciones con mayor focalización, como el Bono de Desarrollo Humano, el Bono Joaquín Gallegos Lara y los bonos para vivienda, en conjunto han sido menores al 40% de este monto (**Gráfico 8**).

Gráfico 8. Presupuesto para subsidios a los combustibles y sociales



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Elaboración: El autor

Nota: Millones de dólares (barras, eje izquierdo) y porcentaje de las subvenciones sociales sobre el total de subsidios a los combustibles (línea, eje derecho)

En síntesis, quedan expuestos algunos problemas estructurales de la política de subsidios a los combustibles en el Ecuador, tanto en términos equidad, su costo de oportunidad, afectación a las industrias y distribución hacia los hogares. Estos problemas pueden resumirse en los siguientes puntos:

- La presión fiscal de los subsidios representa anualmente, en promedio, más de 2% del PIB, en ocasiones incluso llegando a sobrepasar el déficit del Gobierno Central.
- El combustible con más peso sobre el monto de subsidios es el diésel. Los sectores que más dependen del diésel son sectores estratégicos, lo cual dificulta una posible reforma sin efectos sistémicos.
- La distribución del subsidio se concentra en los quintiles más ricos de la población, debido a su capacidad de consumo. El monto destinado a estos subsidios supera ampliamente el presupuesto asignado a otras subvenciones sociales, generando un costo de oportunidad para las cuentas de educación y salud.

Dicho esto, a continuación, se realiza un análisis de escenarios contrafactuales para dar pautas de cómo podrían reducirse los efectos negativos de estos problemas.

5.2 Análisis contrafactual

5.2.1 Descripción de los escenarios

Como ya se ha mencionado, los subsidios a los combustibles en el Ecuador recientemente han sido foco de discusión en el entorno de los hacedores de política pública, quienes han tomado algunas decisiones con respecto a su aplicación. Desde 2018 se han llevado a cabo tres procesos de reforma sobre los subsidios a los combustibles.

La primera resolución se dio mediante el Decreto Ejecutivo 490, en donde se redujo el subsidio de la gasolina de alto octanaje bajo el supuesto de que esta gasolina primordialmente la consumen los estratos más ricos del país. Con esta modificación, su precio por galón pasó de \$2.10 a \$2.98; es decir, un incremento del 42%.

Posteriormente, en diciembre de 2018, el Gobierno Nacional emitió el Decreto Ejecutivo 619 reduciendo el subsidio para las gasolinas de bajo octanaje (extra y ecopaís); y, eliminando totalmente el subsidio a la gasolina de alto octanaje (súper). En la **Tabla 7** se muestran los efectos sobre el precio que tuvo este Decreto.

Tabla 7. Resumen de la reforma implementada con el Decreto N° 619-2018

Combustible	Precio previo	Precio con la reforma	Incremento	
	(USD por galón)	(USD por galón)	(USD)	%
Gasolina Súper	2.98	3.10	0.12	4%
Gasolina Extra	1.48	1.85	0.37	25%
Gasolina Ecopaís	1.48	1.85	0.37	25%

Fuente: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

Elaboración: El autor

Por último, la resolución más reciente liberó los precios de las gasolinas de bajo octanaje y el diésel a través del Decreto Ejecutivo 883. El cambio se muestra en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Resumen de la reforma implementada con el Decreto N° 883-2019

Combustible	Precio previo	Precio con la reforma	Incremento	
	(USD por galón)	(USD por galón)	(USD)	%
Diésel	1.037	2.30	1.263	121%
Gasolina Extra	1.85	2.39	0.54	29%
Gasolina Ecopaís	1.85	2.39	0.54	29%

Fuente: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

Elaboración: El autor

A través de esta reforma, el Estado pretendía obtener un ahorro de más de 1,500 millones para el año 2020; no obstante, tras el episodio de protestas en contra de la medida, el Decreto 894 derogó la medida y dispuso estudiar mecanismos de racionalización,

sectorización y focalización de los subsidios, con el fin de reducir los impactos en los sectores más vulnerables, al mismo tiempo que se combaten sus ineficiencias.

Dada esta coyuntura, el planteamiento de escenarios que se evalúan en este estudio incluye dos pilares: la evaluación de escenarios propuestos por el Gobierno; y, pautas de reforma considerando alternativas de focalización.

Con la finalidad de estimar los efectos macroeconómicos de las propuestas gubernamentales, en el primer pilar se evalúan los siguientes escenarios³³:

- Escenario 1: Decreto 619, eliminación del subsidio a la gasolina de alto octanaje y reducción del subsidio de las gasolinas de bajo octanaje
- Escenario 2: Decreto 883, eliminación del subsidio a las gasolinas y diésel

Por otra parte, en el segundo pilar se abordan escenarios de focalización que, si bien son discrecionales³⁴, buscan la mitigación de los efectos directos e indirectos de una reforma a los subsidios:

- Escenario 3: Focalización en el consumo final de los hogares (efectos directos)
- Escenario 4: Focalización en el consumo final de los hogares y consumo intermedio de las industrias (efectos directos e indirectos)

Dentro de estos últimos escenarios, se asume que el Decreto 619 –implementado y actualmente vigente– se mantiene activo y que la focalización se da en lugar del Decreto 883 –derogado–, es decir, los parámetros de focalización se aplican sobre los precios obtenidos tras la eliminación del subsidio a la gasolina de alto octanaje y la reducción del subsidio de las gasolinas de bajo octanaje.

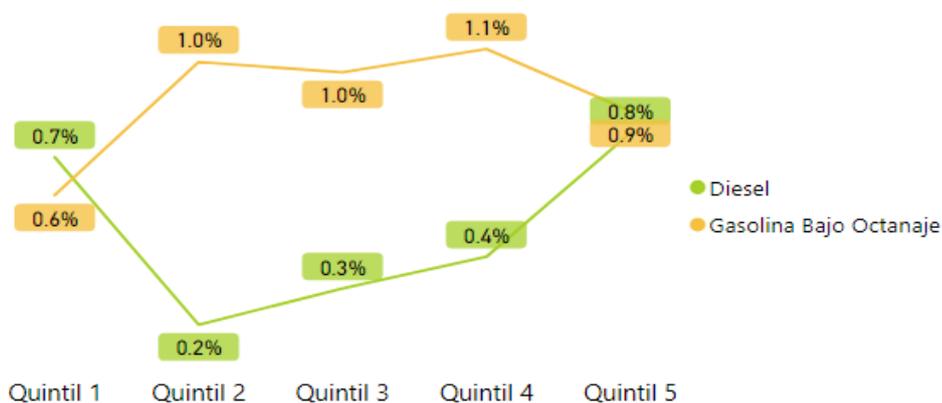
La propuesta de focalización en el consumo final de los hogares se basa en la eliminación progresiva del subsidio de acuerdo con el quintil de ingreso. El **Gráfico 9** muestra las curvas del porcentaje del ingreso disponible que cada quintil de ingreso destina al consumo de gasolina de bajo octanaje y diésel, en donde, una curva con monotonía creciente refleja una mayor progresividad. Siguiendo este análisis, la eliminación del subsidio a la gasolina

³³ No se considera al Decreto 490, pues al momento del estudio existen cifras oficiales de sus efectos, las cuales servirán para la validación del modelo en el **Anexo 6**.

³⁴ Es preciso aclarar que los parámetros que se han utilizado corresponden a un ejercicio preliminar cuya finalidad es servir como una pauta para un análisis mucho más exhaustivo sobre la focalización de los subsidios. Por otra parte, en términos prácticos, la parametrización podría ser modificada de acuerdo con el objetivo de política que se pretenda alcanzar (e.g. maximizar los ingresos fiscales sujetos a un umbral mínimo de reducción de la desigualdad).

de bajo octanaje se parametriza a partir del quintil 3 en adelante; mientras que la eliminación del subsidio al diésel, se lo hace a partir del quintil 2. La **Tabla 9** resume la focalización antes descrita.

Gráfico 9. Consumo de gasolina de bajo octanaje y diésel según el quintil de ingreso



Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: El autor

Nota: Valores como porcentaje del ingreso disponible del hogar en cada quintil

Tabla 9. Propuesta de focalización en el consumo final de los hogares

Hogar	Diésel		Gasolina Bajo Octanaje	
	Eliminación	No-Eliminación	Eliminación	No-Eliminación
Quintil 1		X		X
Quintil 2	X			X
Quintil 3	X		X	
Quintil 4	X		X	
Quintil 5	X		X	

Elaboración: El autor

Nota: Las X muestran la decisión adoptada para la focalización

Por otra parte, la focalización en industrias se basa en una eliminación parcial del 50% y la no-eliminación del subsidio al diésel. Con la finalidad de mitigar una contracción sistémica debido al contagio entre sectores, se ha mantenido el subsidio para las industrias que poseen un fuerte encadenamiento productivo hacia adelante o hacia atrás³⁵, es decir, la reforma se aplica hacia aquellas industrias consideradas como islas. La decisión de focalización para cada industria puede ser vista en la **Tabla 10**.

³⁵ Calculados a partir de la inversa de Leontief que se desprende de la MCS usada en el modelo.

Tabla 10. Propuesta de focalización en el consumo intermedio de las industrias

N	Industria	Tipo	Diésel	
			Reducción 50%	No-Eliminación
1	Agricultura	Isla	X	
2	Silvicultura, ganadería y pesca	Clave		X
3	Petróleo y gas natural	Estratégico		X
4	Diésel	Isla ³⁶		X
5	Gasolina Bajo Octanaje	Motor	X	
6	Gasolina Alto Octanaje	Motor		X
7	Otros derivados del petróleo	Estratégico		X
8	Minerales	Isla	X	
9	Carnes, camarón y pescado elaborado	Motor		X
10	Otros alimenticios de origen animal y vegetal	Motor		X
11	Bebidas y tabaco	Isla	X	
12	Productos textiles	Isla	X	
13	Productos de madera y papel	Motor		X
14	Otros productos manufacturados	Estratégico		X
15	Maquinaria y Equipo	Isla	X	
16	Servicios de transporte y almacenamiento	Estratégico		X
17	Trabajos de construcción y construcción	Isla	X	
18	Servicios de enseñanza	Isla	X	
19	Servicios sociales y de salud	Isla	X	
20	Otros servicios	Estratégico		X
21	Servicios de comercio	Estratégico		X

Elaboración: El autor

Nota: Las X muestran la decisión adoptada para la focalización

En resumen, la **Tabla 11** muestra la parametrización final de los escenarios contrafactuales anteriormente descritos.

Tabla 11. Resumen de los escenarios contrafactuales

Escenario	Antecedente	Porcentaje de Eliminación		
		Diésel	Gasolina Alto Octanaje	Gasolina Bajo Octanaje
Escenario 1	Decreto 619		100%	40%
Escenario 2	Decreto 883	100%	100%	100%
Escenario 3	Focalización en hogares		100%	40% + *
Escenario 4	Focalización en hogares e industrias	50%**	100%	40% + *

Fuente: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero

Elaboración: El autor

*Según **Tabla 9**

Según **Tabla 10

³⁶ Si bien la industria del diésel es del tipo isla, se la excluye de la reforma para evitar que el efecto de autoconsumo se contagie a otras industrias.

Para evaluar el efecto de estos escenarios sobre la economía ecuatoriana se consideraron los siguientes bloques de indicadores:

- Agregados macroeconómicos
 - Producto interno bruto (PIB)
 - Índice de precios al consumidor (IPC)
 - Ingresos fiscales
 - Índice de Gini
- Industrias
 - Valor agregado bruto (VAB)
 - Pago a los factores
- Hogares
 - Consumo e ingreso disponible
 - Análisis por quintiles

El efecto sobre estos indicadores se midió en términos porcentuales respecto al escenario base, es decir los valores registrados en la MCS año 2014.

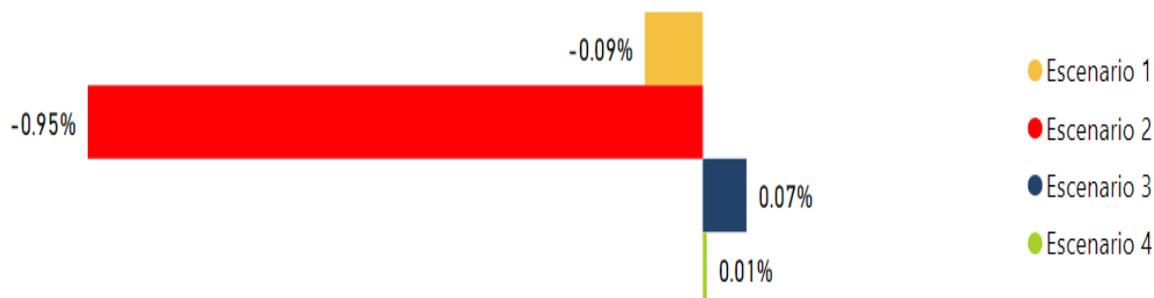
5.2.2 Agregados macroeconómicos

Producto interno bruto (PIB)

En el escenario base el Consumo de los Hogares representa un 58% del PIB, la Inversión un 28%, el Gasto del Gobierno alrededor de un 15% y la Balanza Comercial un -1% (Exportaciones 28%, Importaciones 29%). Visto desde el enfoque del ingreso, los componentes del PIB se distribuyen de la siguiente forma: Remuneraciones (36%), Excedente Bruto de Explotación más Ingreso Mixto (58%), Otros elementos del PIB (6%).

La evaluación de los escenarios contrafactuales sugiere que los dos primeros escenarios encarecen el Producto Interno Bruto medido a precios constantes (**Gráfico 10**); mientras que, los escenarios de focalización podrían coadyuvar a mitigar este efecto.

Gráfico 10. Variaciones porcentuales del PIB



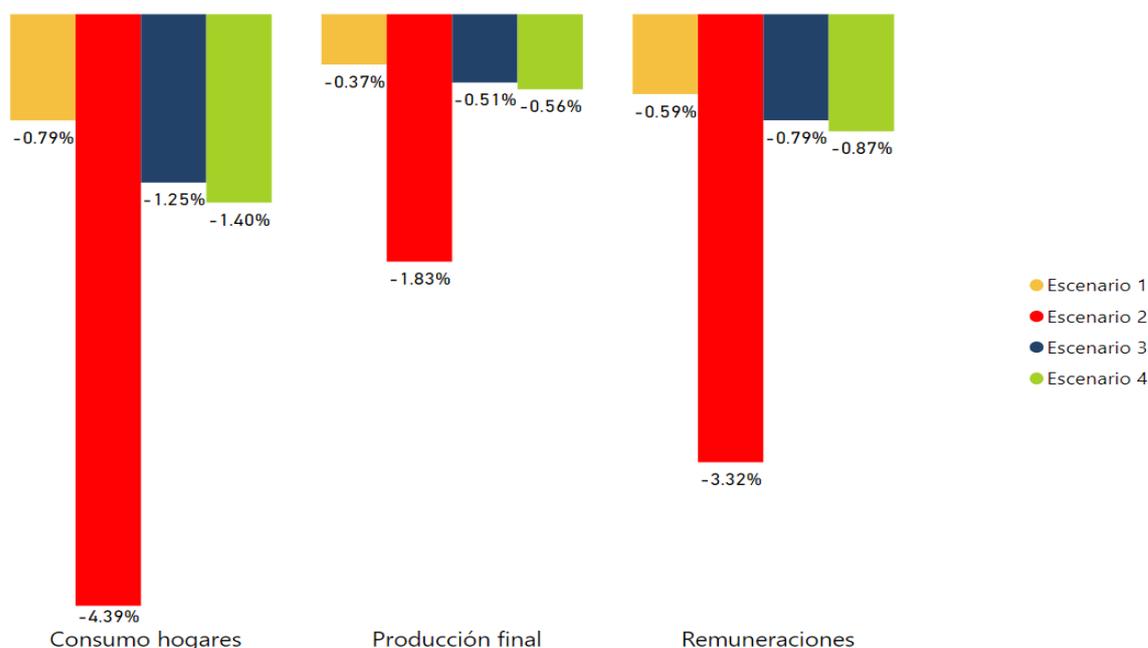
Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

De acuerdo con los parámetros de cada escenario, el Decreto 619 (Escenario 1) daría

como resultado una leve reducción de 0.09% en el PIB y con el Decreto 883 (Escenario 2) llegaría hasta una disminución del 0.95%. Estas variaciones se explican principalmente a través de la caída del Consumo de los Hogares en 0.79% y 4.39%, respectivamente, la cual es consecuencia de una reducción del monto total de remuneraciones a los trabajadores³⁷, motivada por una variación negativa en la producción final (**Gráfico 11**).

Gráfico 11. Variaciones porcentuales del consumo, producción y remuneraciones



Fuente: Resultados del modelo

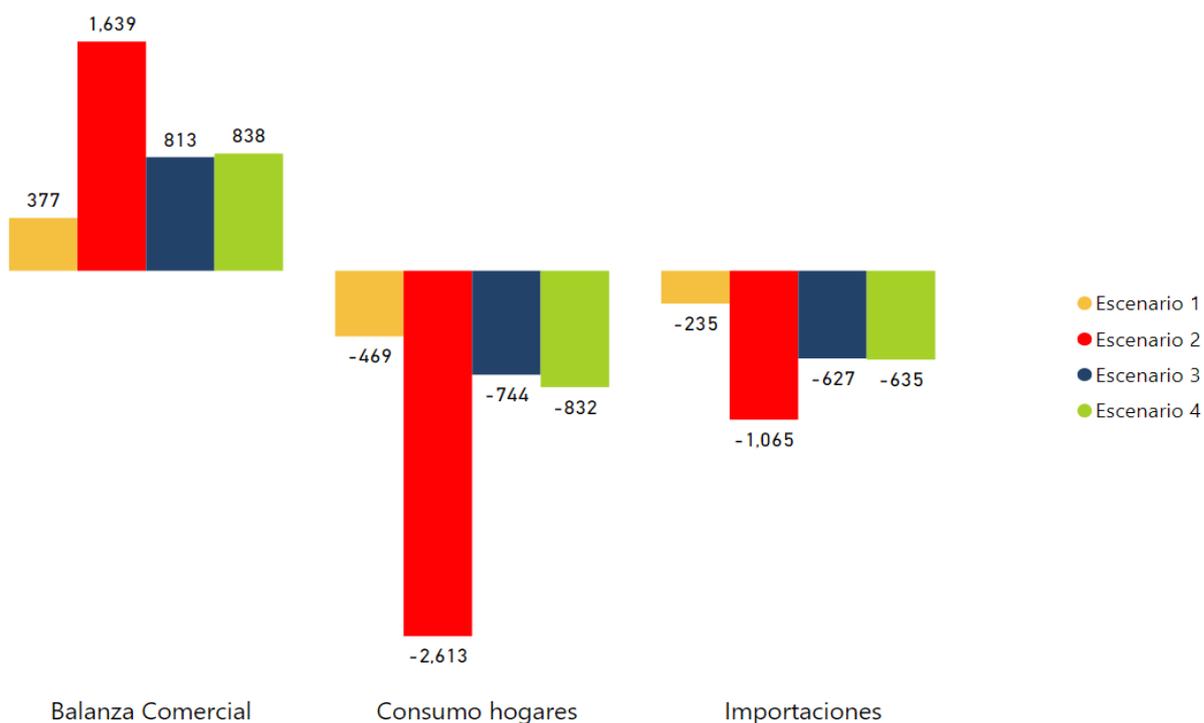
Elaboración: El autor

En el escenario de focalización del subsidio a hogares (Escenario 3), los resultados del modelo indican que es posible obtener un leve crecimiento del 0.07% en el PIB. En términos absolutos, este último hecho se debe a que la caída en el consumo es compensada por una mejora en la balanza comercial –relacionada a un decrecimiento de las importaciones por el efecto renta– (**Gráfico 12**).

Con la inclusión de una focalización al consumo intermedio de las industrias (Escenario 4) la variación en el PIB es menor al escenario anterior y equivalente a 0.01%. Esto surge como respuesta a una mayor disminución de la demanda laboral debido a costos de producción más altos por el efecto directo e indirecto del alza del precio del diésel. Por otra parte, la reducción en el consumo final de los hogares continúa compensada por la mejora en la balanza comercial, aunque en menor medida.

³⁷ Por la rigidez de salarios, esto implica una reducción de la cantidad de trabajo empleado.

Gráfico 12. Variaciones del consumo de hogares, balanza comercial e importaciones



Fuente: Resultados del modelo

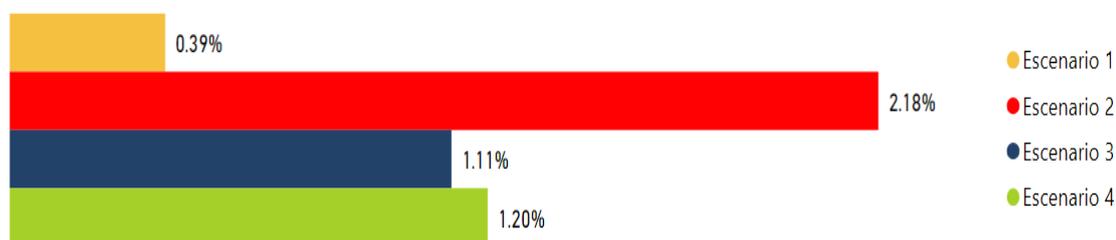
Elaboración: El autor

Nota: Variaciones absolutas en millones de dólares de 2014

Índice de precios al consumidor (IPC)

El **Gráfico 13** muestra que el índice de precios al consumidor se incrementa en todos los escenarios; mientras que la **Tabla 12** muestra la variación de los precios para cada bien de consumo final.

Gráfico 13. Variaciones porcentuales del IPC



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Tabla 12. Variaciones porcentuales de los precios al consumidor^{38 39}

N	Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	Agricultura	-0.2 %	0.0 %	-0.4 %	0.3 %
2	Silvicultura	-0.1 %	2.3 %	-0.3 %	-0.2 %
4	Diesel	-0.3 %	124.2 %	110.9 %	111.0 %
5	Gasolina Bajo Octanaje	17.9 %	45.6 %	41.2 %	41.0 %
6	Gasolina Alto Octanaje	46.7 %	45.0 %	45.8 %	45.6 %
7	Otros derivados del petróleo	-0.1 %	0.2 %	-0.4 %	-0.4 %
9	Carnes elaboradas	-0.4 %	2.0 %	-0.7 %	-0.5 %
10	Otros alimentos	-0.2 %	0.5 %	-0.3 %	-0.1 %
11	Bebidas y tabaco	-0.2 %	-0.0 %	-0.3 %	0.1 %
12	Productos textiles	-0.1 %	-0.1 %	-0.2 %	-0.0 %
13	Productos de madera	-0.1 %	1.8 %	-0.2 %	-0.2 %
14	Otros manufacturados	-0.1 %	1.1 %	-0.1 %	-0.1 %
15	Maquinaria y Equipo	-0.0 %	0.1 %	-0.0 %	0.0 %
16	Transporte	0.8 %	6.5 %	0.6 %	0.6 %
17	Construcción	-0.2 %	0.2 %	-0.3 %	0.0 %
18	Servicios de enseñanza	-0.1 %	-0.3 %	-0.1 %	-0.1 %
19	Servicios sociales y de salud	-0.0 %	0.0 %	-0.0 %	-0.0 %
20	Otros servicios	-0.1 %	0.2 %	-0.2 %	-0.2 %

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

En los Escenarios 1, 3 y 4 no se evidencia un efecto sistémico que motive una subida generalizada de los precios. En su lugar, se puede observar que la tendencia es que las variaciones con respecto al escenario base sean negativas y se ubiquen entre el -0.1% y el -0.7%. Esta tendencia en los precios surge como consecuencia de la presión a la baja de la demanda interna⁴⁰; sin embargo, el incremento de los precios de los combustibles mueve al alza el IPC general, con aumentos de 0.39%, 1.11% y 1.20% en estos escenarios, respectivamente.

En contraste, en el Escenario 2 se tiene un incremento de los precios de 17 bienes de consumo, lo cual se traduce en una mayor variación del IPC igual a 2.18%. Este efecto es consecuencia de que la eliminación del subsidio al diésel se da sin un mecanismo de compensación que permita reducir el impacto sobre los costos de producción (especialmente en energía y transporte) de las industrias ni su contagio al resto de sectores.

³⁸ Se muestran únicamente los sectores en los cuales existe consumo final por parte de los hogares.

³⁹ Cabe aclarar que el incremento de los precios de los combustibles en los Escenarios 1 y 2 podría no coincidir con el incremento que sufrieron inmediatamente tras la reforma, pues los resultados del MEGC se encuentran ajustados por los patrones de decisión de los agentes que modificarían los precios después de la reforma hasta alcanzar su equilibrio.

⁴⁰ Dado que el consumo del Gobierno y la inversión son exógenos, esta presión a la baja se da en el consumo final de los hogares.

Ingresos fiscales

En el escenario base los ingresos fiscales, medidos a través de los ingresos tributarios netos⁴¹, alcanzan un valor de 10,335 millones de dólares; mientras que, los subsidios a los combustibles sobrepasan los 3,367 millones (2,049 millones para el diésel, 369 millones para las gasolinas de bajo octanaje, 275 millones para la gasolina de alto octanaje y 674 millones para otros combustibles).

La evaluación del Decreto 619 (Escenario 1) muestra que los ingresos fiscales se incrementan en 3.94% (**Gráfico 14**). A pesar de ello, se evidencia una contracción en la recaudación de impuestos directos (en 0.56%) e indirectos (en 0.55%) producto de una menor actividad económica (**Gráfico 15**).

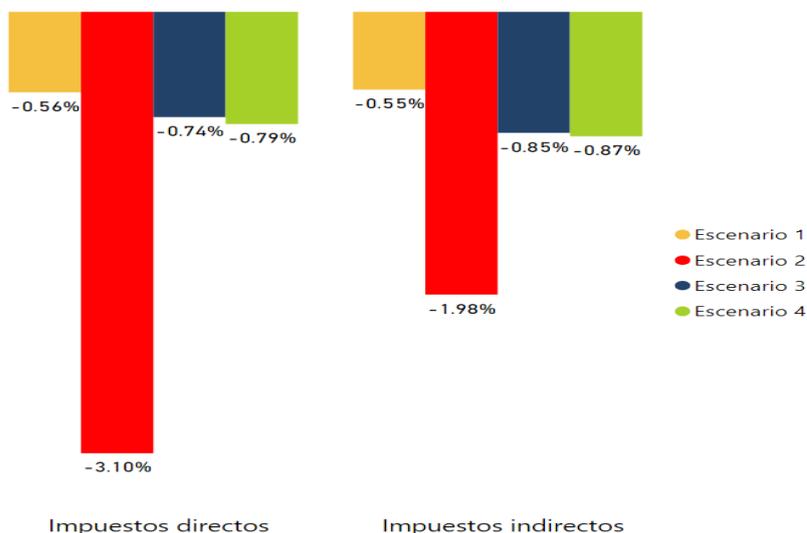
Gráfico 14. Variaciones porcentuales del ingreso fiscal



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Gráfico 15. Variaciones porcentuales del ingreso por impuestos directos e indirectos



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

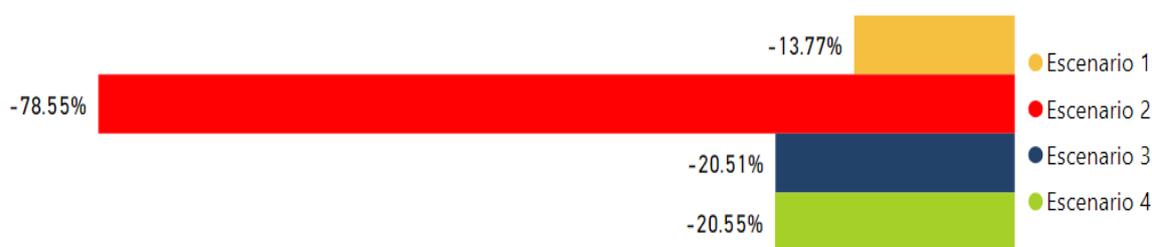
Con respecto al Decreto 883 (Escenario 2), los resultados del modelo sugieren que, a pesar

⁴¹ Se incluye impuestos directos e indirectos, se descuenta el monto destinado a subsidios.

de una fuerte caída de los ingresos tributarios brutos (en 3.10% para los impuestos directos y 1.98% para los impuestos indirectos), el incremento en los ingresos fiscales bordearía los 2,431 millones, en respuesta al menor gasto (en 78.55%) en subsidios (**Gráfico 16**).

Por otra parte, en ambos escenarios de focalización los efectos fiscales son similares entre sí. En el Escenario 3, el incremento de los ingresos tributarios netos es de 5.88%, explicado por la reducción de 20.51% en el monto destinado a subsidios y contrarrestada por una contracción de 0.74% y 0.85% en la recaudación de impuestos directos e indirectos, respectivamente. En el Escenario 4, el incremento de los ingresos tributarios netos es de 5.85%, es decir, 0.03 puntos porcentuales menor al visto en el Escenario 3; lo cual puede ser explicado por una mayor caída de la recaudación que no es compensada a pesar de la mayor consolidación en el monto destinado a subsidios.

Gráfico 16. Variaciones porcentuales del monto destinado a subsidios



Fuente: Resultados del modelo
Elaboración: El autor

Índice de Gini

En cuanto a la distribución del ingreso, los resultados del cálculo del índice de Gini⁴² se reflejan en el **Gráfico 17**. Con estas cifras, se muestra que la distribución se vuelve más equitativa en cada una de las reformas, con un impacto mucho más marcado en aquellas que eliminan una mayor proporción del subsidio.

Estas variaciones son congruentes con la hipótesis de regresividad del subsidio a los combustibles en el Ecuador. Sin embargo, este efecto puede ser catalogado como inorgánico debido a que, como se expone más adelante en el análisis por quintiles, la mejora en la distribución no es producto de un incremento de los ingresos de los quintiles más pobres, sino de una caída generalizada –aunque progresiva– del ingreso disponible.

⁴² El cálculo del índice de Gini se determina a nivel de *macrodatos*, es decir, a partir de los resultados de los ingresos totales por quintil que provee el modelo. Para un análisis más preciso se requiere el uso de herramientas de análisis microeconómico.

Gráfico 17. Variaciones porcentuales del índice de Gini



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

5.2.3 Industrias

Valor agregado bruto (VAB)

El valor agregado bruto de las industrias para cada escenario contrafactual, calculado a partir de la suma del pago a los factores de producción, es presentado en la **Tabla 13** en términos de sus variaciones porcentuales frente al escenario base.

Debido a que la producción final se modela a partir de una función Marx-Leontief, un impacto en el consumo intermedio modificará las decisiones sobre el valor agregado a través de un multiplicador fijo. En este caso, el incremento del costo de los bienes de consumo intermedio tras las reformas se traduce en una reducción del VAB para las industrias, debido al efecto de complementariedad que existe en esta forma funcional.

Este hecho es mucho más claro en el Escenario 2, donde la eliminación del subsidio al diésel se difunde de manera más marcada a lo largo de los sectores productivos, debido a la importancia que tiene el diésel en el consumo intermedio. No obstante, los escenarios de focalización (Escenarios 3 y 4) no muestran un efecto de la misma magnitud que el visto en el Escenario 2. De hecho, estos escenarios presentan efectos similares a los del Escenario 1 (las diferencias no superan los 0.02 puntos porcentuales en sectores no-combustibles), lo cual provee una primera evidencia para considerar a la focalización como una alternativa plausible para la mitigación de efectos contagio.

Tabla 13. Variaciones porcentuales del VAB sectorial real

N	Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	Agricultura	-0.1 %	-3.0 %	0.0 %	-0.7 %
2	Silvicultura	-0.1 %	-3.9 %	0.0 %	-0.2 %
3	Petróleo y gas natural	0.6 %	8.0 %	0.6 %	1.2 %
4	Diesel	1.4 %	-10.4 %	-7.7 %	-7.8 %
5	Gasolina Bajo Octanaje	-11.3 %	-26.2 %	-21.7 %	-21.7 %
6	Gasolina Alto Octanaje	-21.9 %	-23.5 %	-21.2 %	-21.3 %
7	Otros derivados del petróleo	-3.7 %	-8.8 %	-4.9 %	-4.8 %
8	Minerales	-0.0 %	-2.8 %	-0.0 %	-0.6 %
9	Carnes elaboradas	0.2 %	-5.2 %	0.4 %	0.1 %
10	Otros alimentos	-0.2 %	-3.5 %	-0.2 %	-0.5 %
11	Bebidas y tabaco	-0.3 %	-2.7 %	-0.4 %	-0.8 %
12	Productos textiles	-0.3 %	-2.4 %	-0.4 %	-0.6 %
13	Productos de madera	-0.2 %	-2.7 %	-0.3 %	-0.4 %
14	Otros manufacturados	-0.1 %	-3.0 %	-0.1 %	-0.3 %
15	Maquinaria y Equipo	-0.2 %	-1.9 %	-0.2 %	-0.4 %
16	Transporte	-0.9 %	-5.3 %	-1.0 %	-1.0 %
17	Construcción	-0.0 %	-0.2 %	-0.0 %	-0.0 %
18	Servicios de enseñanza	-0.2 %	-0.9 %	-0.2 %	-0.2 %
19	Servicios sociales y de salud	-0.2 %	-0.9 %	-0.2 %	-0.2 %
20	Otros servicios	-0.3 %	-2.0 %	-0.4 %	-0.4 %
21	Servicios de comercio	-0.9 %	-3.6 %	-1.4 %	-1.4 %

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Pago a los factores

Tras descomponer el valor agregado bruto en el pago que recibe cada factor de producción (excedente bruto de explotación para el capital y remuneraciones para los trabajadores), es posible observar que el pago al capital únicamente presenta una caída generalizada en el Escenario 2 (**Tabla 14**); mientras que el pago al trabajo se reduce en todos los escenarios (**Tabla 15**).

Tabla 14. Variaciones porcentuales del excedente bruto de explotación

N	Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	Agricultura	0.0 %	-2.3 %	0.2 %	-0.5 %
2	Silvicultura	0.0 %	-3.5 %	0.1 %	-0.1 %
3	Petróleo y gas natural	0.6 %	8.2 %	0.6 %	1.3 %
4	Diesel	1.7 %	-9.0 %	-7.4 %	-7.5 %
5	Gasolina Bajo Octanaje	-11.1 %	-25.1 %	-21.4 %	-21.4 %
6	Gasolina Alto Octanaje	-21.7 %	-22.4 %	-21.0 %	-21.0 %
7	Otros derivados del petróleo	-3.5 %	-7.6 %	-4.6 %	-4.5 %
8	Minerales	0.0 %	-2.4 %	0.1 %	-0.5 %
9	Carnes elaboradas	0.3 %	-4.7 %	0.5 %	0.2 %
10	Otros alimentos	-0.1 %	-2.7 %	-0.0 %	-0.3 %
11	Bebidas y tabaco	-0.2 %	-2.1 %	-0.2 %	-0.6 %
12	Productos textiles	-0.1 %	-1.5 %	-0.1 %	-0.4 %
13	Productos de madera	-0.0 %	-1.6 %	-0.0 %	-0.1 %
14	Otros manufacturados	0.0 %	-2.4 %	0.0 %	-0.1 %
15	Maquinaria y Equipo	0.0 %	-0.8 %	0.1 %	-0.1 %
16	Transporte	-0.8 %	-4.8 %	-0.8 %	-0.9 %
17	Construcción	0.1 %	0.4 %	0.1 %	0.1 %
18	Servicios de enseñanza	0.2 %	0.9 %	0.2 %	0.2 %
19	Servicios sociales y de salud	0.1 %	0.8 %	0.2 %	0.2 %
20	Otros servicios	-0.1 %	-1.0 %	-0.1 %	-0.1 %
21	Servicios de comercio	-0.6 %	-2.1 %	-1.0 %	-1.0 %

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Tabla 15. Variaciones porcentuales de las remuneraciones

N	Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	Agricultura	-0.4 %	-4.6 %	-0.4 %	-1.1 %
2	Silvicultura	-0.4 %	-5.8 %	-0.4 %	-0.7 %
3	Petróleo y gas natural	0.2 %	5.6 %	0.0 %	0.6 %
4	Diesel	1.2 %	-11.2 %	-7.9 %	-8.0 %
5	Gasolina Bajo Octanaje	-11.5 %	-26.9 %	-21.9 %	-21.9 %
6	Gasolina Alto Octanaje	-22.0 %	-24.2 %	-21.4 %	-21.4 %
7	Otros derivados del petróleo	-3.9 %	-9.8 %	-5.1 %	-5.1 %
8	Minerales	-0.4 %	-4.7 %	-0.5 %	-1.1 %
9	Carnes elaboradas	-0.2 %	-7.0 %	-0.1 %	-0.4 %
10	Otros alimentos	-0.5 %	-5.0 %	-0.6 %	-0.9 %
11	Bebidas y tabaco	-0.6 %	-4.4 %	-0.8 %	-1.2 %
12	Productos textiles	-0.6 %	-3.8 %	-0.7 %	-1.0 %
13	Productos de madera	-0.4 %	-3.9 %	-0.6 %	-0.7 %
14	Otros manufacturados	-0.4 %	-4.7 %	-0.5 %	-0.7 %
15	Maquinaria y Equipo	-0.4 %	-3.1 %	-0.5 %	-0.7 %
16	Transporte	-1.2 %	-7.0 %	-1.4 %	-1.4 %
17	Construcción	-0.4 %	-2.0 %	-0.5 %	-0.5 %
18	Servicios de enseñanza	-0.3 %	-1.5 %	-0.3 %	-0.4 %
19	Servicios sociales y de salud	-0.3 %	-1.6 %	-0.4 %	-0.4 %
20	Otros servicios	-0.5 %	-3.3 %	-0.7 %	-0.7 %
21	Servicios de comercio	-1.1 %	-4.4 %	-1.6 %	-1.6 %

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

La principal causa que permite explicar el resultado de las remuneraciones es la rigidez de

los salarios asumida como regla de cierre en el modelo, la cual convierte a la demanda laboral en la principal variable de ajuste de las industrias para alivianar el efecto negativo del incremento del costo de los bienes de consumo intermedio.

En este sentido, es posible concluir que en los Escenarios 1, 3 y 4, gran parte de las industrias son capaces de mitigar el impacto de la reforma a los subsidios sobre el costo de producción a través de la reducción de su demanda laboral y, por lo tanto, del monto destinado a cubrir su remuneración. Sin embargo, el efecto del Escenario 2 es lo suficientemente grande como para que, además, sea necesario la reducción del capital empleado y consecuentemente de su rendimiento.

5.2.4 Hogares

Consumo e ingreso disponible

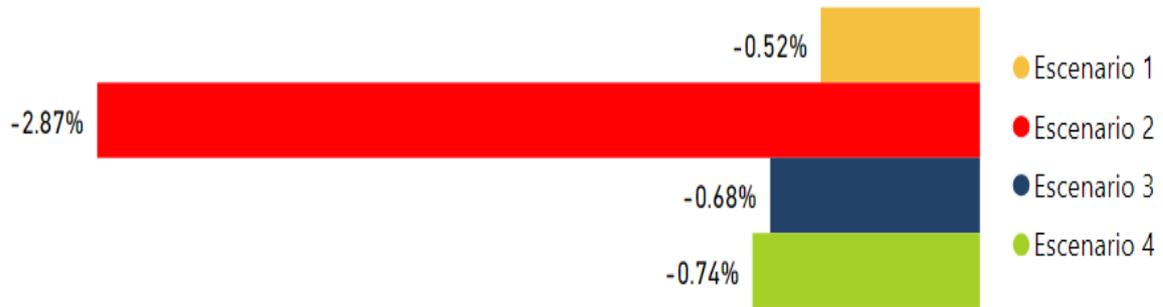
El **Gráfico 18** y la **Tabla 16** muestran las variaciones porcentuales del ingreso disponible del hogar y el consumo final real de bienes, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, en el primer escenario (Decreto 619) el consumo de los hogares se contrae en un -0.79%. Esta variación negativa se explica por la reducción de más del 33% en el consumo de Gasolina de Alto Octanaje y del 1.3% en el consumo de Servicios de Transporte. En cuanto al resto de bienes, la variación se mantiene entre el -0.1% y -0.5% debido a que, si bien sus precios se reducen, el ingreso disponible cae en -0.52%.

En el segundo escenario (Decreto 883) se evidencia la mayor caída en el consumo como resultado indirecto de la inclusión del diésel a los combustibles reformados –por su consecuente incremento sistémico de los precios y reducción de las remuneraciones–. Dejando de lado los combustibles y los Servicios de Transporte, las variaciones del consumo final fluctúan entre el -2.7% y -5%; mientras que el ingreso disponible se contrae en 2.87%.

Los escenarios de focalización presentan efectos similares entre sí. Las diferencias entre ambas focalizaciones se explican por la concepción del diésel como bien de consumo final (Escenarios 3 y 4) y como bien de consumo intermedio (Escenario 4). Cuando la focalización se realiza solamente al consumo final de hogares se evita el efecto negativo (contracción generalizada del consumo) que trae consigo una eliminación del subsidio al diésel como bien de consumo intermedio sobre la producción. A pesar de ello, las diferencias entre ambos escenarios no superan los 0.7 puntos porcentuales, lo cual podría sugerir que la focalización al consumo intermedio basada en los criterios de

encadenamientos productivos permite reducir el impacto hacia el precio de los bienes de consumo final, esto como consecuencia de que la reforma es aplicada únicamente sobre las industrias que no presentan fuertes relaciones con el resto del aparato productivo.

Gráfico 18. Variaciones porcentuales del ingreso disponible



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Tabla 16. Variaciones porcentuales del consumo final⁴³ real de bienes

N	Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
1	Agricultura	-0.3 %	-2.8 %	-0.3 %	-1.0 %
2	Silvicultura	-0.4 %	-5.0 %	-0.4 %	-0.6 %
4	Diesel	-0.2 %	-56.7 %	-49.8 %	-49.8 %
5	Gasolina Bajo Octanaje	-14.9 %	-33.3 %	-29.1 %	-29.0 %
6	Gasolina Alto Octanaje	-33.1 %	-33.1 %	-32.0 %	-31.9 %
7	Otros derivados del petróleo	-0.4 %	-3.1 %	-0.3 %	-0.3 %
9	Carnes elaboradas	-0.1 %	-4.6 %	0.0 %	-0.2 %
10	Otros alimentos	-0.3 %	-3.3 %	-0.4 %	-0.6 %
11	Bebidas y tabaco	-0.3 %	-2.8 %	-0.4 %	-0.8 %
12	Productos textiles	-0.4 %	-2.8 %	-0.5 %	-0.7 %
13	Productos de madera	-0.4 %	-4.5 %	-0.5 %	-0.6 %
14	Otros manufacturados	-0.4 %	-3.9 %	-0.5 %	-0.6 %
15	Maquinaria y Equipo	-0.5 %	-3.1 %	-0.7 %	-0.8 %
16	Transporte	-1.3 %	-8.7 %	-1.3 %	-1.3 %
17	Construcción	-0.4 %	-3.1 %	-0.4 %	-0.8 %
18	Servicios de enseñanza	-0.5 %	-2.7 %	-0.6 %	-0.7 %
19	Servicios sociales y de salud	-0.5 %	-2.9 %	-0.6 %	-0.7 %
20	Otros servicios	-0.4 %	-3.1 %	-0.5 %	-0.6 %

Fuente: Resultados del modelo

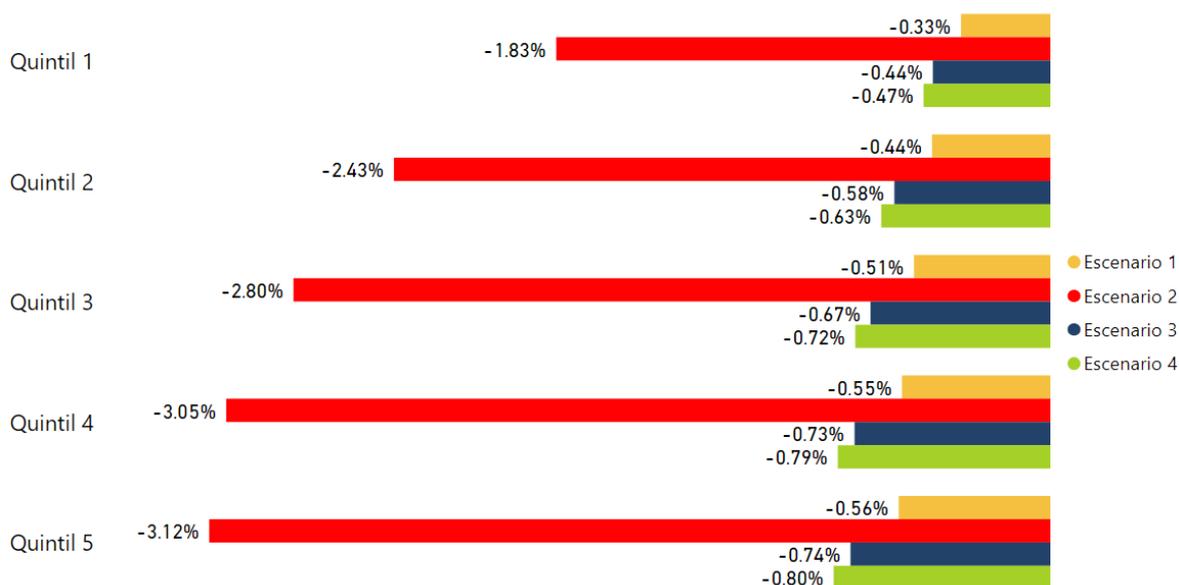
Elaboración: El autor

⁴³ Se muestran únicamente los sectores en los cuales existe consumo final por parte de los hogares.

Análisis por quintiles

Como se ha detallado, una reforma que reduzca o elimine los subsidios a los combustibles permitiría obtener una mejora en la distribución en el ingreso; no obstante, esta sería inorgánica ya que no produce un incremento del ingreso percibido por los hogares más pobres, sino una caída generalizada –aunque progresiva– en todos los quintiles. Al respecto, el **Gráfico 19** muestra los porcentajes en los que se reduce el ingreso disponible de cada uno de los quintiles.

Gráfico 19. Variaciones porcentuales del ingreso disponible por quintil de ingreso



Fuente: Resultados del modelo

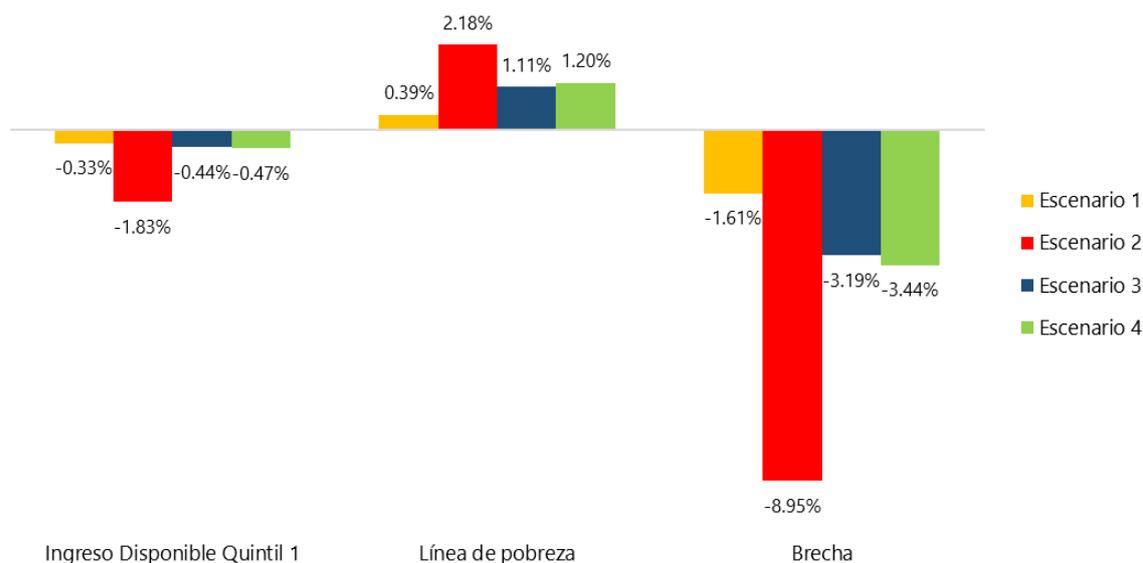
Elaboración: El autor

Como puede evidenciarse, la reducción del ingreso disponible de los distintos quintiles de ingreso es progresiva y su intensidad depende directamente de la profundidad de la reforma. Estas variaciones se explican principalmente por el incremento del IPC en todos los escenarios, así como por una reducción del trabajo empleado por las industrias. Nuevamente, los efectos más relevantes corresponden al Escenario 2, el cual afecta negativamente en 1.83% el ingreso del quintil más pobre y en 3.12% para el quintil más rico; mientras que, para los Escenarios 1, 3 y 4, los efectos negativos de las reformas sobre el quintil más pobre no superan al 0.5% (0.33%, 0.44% y 0.47%, respectivamente) y para el quintil más rico no sobrepasan el 0.8% (-0.56%, 0.74% y 0.80%, respectivamente).

Por otra parte, si bien el modelo no puede cuantificar indicadores microeconómicos de pobreza, es posible aproximar cuál sería el incremento de la línea de pobreza para cada

uno de los escenarios contrafactuales⁴⁴, considerando que dicho indicador en el Ecuador está directamente relacionado con el IPC⁴⁵. A partir de ello, es posible revisar la variación de la brecha entre el ingreso disponible promedio de un hogar en cada quintil y esta línea⁴⁶. En particular, el **Gráfico 20** muestra los resultados para el quintil más pobre.

Gráfico 20. Variaciones porcentuales de la brecha de pobreza⁴⁷ en el quintil más pobre



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Nota: Línea de pobreza ajustada a hogares, una reducción en la brecha representa mayor vulnerabilidad

En el Escenario 2, el cual presentaba una mejora del 0.60% en el indicador de Gini, se puede observar que la reducción del ingreso disponible del quintil más pobre de la población es de 1.83%, al mismo tiempo en que la línea de pobreza se incrementa en 2.18%, lo cual implicaría que la distancia con respecto a esta última se reduzca en 8.95%. Algo similar, aunque menos pronunciado, sucede en el resto de escenarios.

Tras este análisis, destaca que, incluso con una focalización no se pueda mitigar el impacto sobre la vulnerabilidad del quintil más pobre. Las conclusiones que se derivan de esto

⁴⁴ Al ser linealmente dependientes, con el resto constante, la variación porcentual en la línea de pobreza es exactamente igual a la variación porcentual del IPC.

⁴⁵ Véase la Nota Metodológica del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

⁴⁶ La línea de pobreza considera un enfoque de consumo; no obstante, debido a que se asume que el ingreso disponible es igual a una proporción (marginal a consumir) del ingreso secundario, los montos son comparables.

⁴⁷ De igual forma que con el índice de Gini, esta aproximación se la realiza a nivel de macrodato. La cuantificación de las variaciones sobre indicadores de pobreza requeriría de herramientas de microsimulación.

último pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Una reforma a los subsidios a los combustibles mejora la distribución del ingreso, pero podría conllevar a un incremento de la pobreza o al menos a una mayor vulnerabilidad del quintil más pobre.
- Una focalización no es suficiente para combatir los efectos negativos sobre el ingreso disponible de los hogares del quintil más pobre, es posible que se requiera del uso de transferencias directas para ello.

5.3 Discusión

5.3.1 Funciones de la política fiscal

Con base en lo expuesto por Musgrave & Musgrave (1991) y Stiglitz (2000), la política de subsidios a los combustibles, al ser una política pública de carácter fiscal, debería cumplir con al menos una de las tres funciones económicas detalladas por la teoría económica, es decir, la estabilización macroeconómica, la asignación de bienes y corrección de fallas de mercado, o la distribución de la riqueza.

Función de estabilización

En cuanto a la primera función, la política de subsidios a los combustibles tiene un alto costo de oportunidad con respecto a otras políticas contracíclicas que podrían dinamizar mucho más la demanda agregada e inyectarían mayor liquidez al sistema económico, por ejemplo, crédito público al sector productivo. Particularmente, siguiendo la línea de Blanchard, Amighini, & Giavazzi (2012), esta política tendría un impacto estabilizador incluso menor considerando que los subsidios estarían principalmente asociados al componente importado de los combustibles, implicando anualmente una pérdida neta de divisas en promedio del 2% del PIB.

A pesar de lo anterior, una eliminación de los subsidios a los combustibles que incluya al diésel, bajo un panorama de débil crecimiento económico podría agudizar el ciclo y agravar la situación inicial hasta que los agentes se adapten al nuevo sistema de precios. Por lo tanto, y de acuerdo con los resultados del modelo, una alternativa plausible para reducir el impacto de este ajuste es una focalización del subsidio parametrizada a partir de un análisis de progresividad y encadenamientos productivos.

De igual manera, otras opciones a evaluar son las compensaciones monetarias mediante

transferencias o incentivos tributarios que permitan a los agentes económicos reducir el impacto de la reforma y optar por una transición hacia energías más eficientes que no requieran importación, así como eliminaciones progresivas del subsidio ligadas a las fluctuaciones del precio internacional del petróleo.

Función de asignación

Considerando su enfoque macroeconómico, en este estudio se ha preferido dejar de lado análisis de indicadores específicos que cuantifican la ineficiencia, tales como la pérdida de peso muerto, debido a la rigurosidad microeconómica que requieren⁴⁸. Sin embargo, el análisis contrafactual de un escenario sin subsidios a los combustibles (Escenario 2 – Decreto 883) muestra que efectivamente la producción individual de estos bienes se contrae, lo cual concuerda –como primer indicio– con la ineficiencia teórica de esta política. De igual forma, el que la producción agregada también se reduzca muestra que esta distorsión se contagia a todo el sistema económico, principalmente por la cadena de valor que depende del diésel.

Los seis sectores sobre los cuales el diésel influye con mayor intensidad, de acuerdo con su nivel de encadenamiento hacia adelante son 1) Servicios de comercio, 2) Petróleo y gas natural, 3) Otros derivados del petróleo, 4) Otros productos manufacturados, 5) Servicios de transporte y almacenamiento, y, 6) Otros servicios. A su vez, estos sectores tienen fuertes encadenamientos hacia adelante, es decir, son considerados como estratégicos dentro del entorno económico. Por lo expuesto, para suavizar los efectos sobre la producción, las modificaciones que se realicen sobre esta política deberían ser graduales y considerar, al menos, a estos sectores dentro de su último calendario de reforma.

Por otro lado, otra de las fallas de mercado que podrían estar asociadas al subsidio a los combustibles son las externalidades negativas, especialmente la contaminación. Por su alcance, esta investigación no ha revisado los impactos medioambientales de esta política de subsidios, tanto por su utilización como fuente de energía industrial como por ser un incentivo al incremento del patio automotor. No obstante, otra alternativa a evaluar es la mejora del sistema tributario asociado a estas externalidades, para así, encontrar la forma

⁴⁸ Se habla de rigurosidad microeconómica debido a que un cálculo robusto de estos indicadores requeriría de una estimación empírica de las funciones de oferta y demanda de estos bienes, considerando que, por construcción, la pérdida de peso muerto tras la inclusión de un subsidio dependerá del grado de elasticidad de ambas, donde funciones más elásticas conducen a una mayor pérdida de eficiencia (Davis, 2013) y si el ratio entre la elasticidad de la demanda y la elasticidad de la oferta es pequeño, el beneficio del subsidio se destina en mayor proporción hacia los consumidores que a los productores y viceversa (Chia-Hui, 2007).

de contrarrestar la externalidad y equilibrar la posición fiscal.

Función de distribución

En términos de la función de distribución de la riqueza, un subsidio puede tener varias implicaciones de acuerdo con su grado de focalización y las características del bien al que se lo imponga. Para el caso particular de los subsidios a los combustibles en el Ecuador, los resultados del análisis descriptivo muestran que el beneficio directo que se percibe (i.e. aquél ligado exclusivamente al consumo de combustibles) es regresivo, pues se concentra en los quintiles más ricos. Por otra parte, tras la estimación del modelo se demuestra que el efecto total (directo e indirecto por la estabilidad de los precios) sería también regresivo, pues en el escenario contrafactual sin subsidios la contracción del ingreso disponible de los hogares se da en mayor medida en los quintiles más altos.

Como una extensión al modelo, con los resultados de las evaluaciones contrafactuales se realizó una aproximación del índice de Gini, el cual mostró mejoras con respecto al escenario base -precisamente por lo explicado en el párrafo anterior-; sin embargo, una revisión preliminar de los efectos sobre la brecha hacia la línea de pobreza sugeriría una mayor vulnerabilidad del quintil más pobre, como consecuencia de la caída generalizada del ingreso disponible en todos los escenarios.

Como se mencionó en secciones anteriores, la política de subsidios a los combustibles nace con el objetivo de ampliar su cobertura dentro de los sectores que no podían acceder a ellos. Bajo esta premisa, no se puede negar que la política cumple con su objetivo. Con respecto a los escenarios en los que se lo reduce o elimina, el ingreso disponible de los hogares es mayor con el subsidio activo, incluso si la modificación está acompañada de una focalización. Por lo tanto, futuras reformas que se realicen sobre esta política deberían estar enfocadas en mejorar el cumplimiento de su objetivo, lo cual puede ser realizado de forma indirecta, a través de la inclusión de mecanismos de compensación que permitan mitigar el impacto sobre el poder adquisitivo de los hogares más pobres.

5.3.2 Disyuntiva entre eficiencia y equidad y otros problemas

La disyuntiva entre eficiencia y equidad plantea que la implementación de una política tiene un costo de oportunidad entre aprovechar de mejor manera los recursos y mejorar la distribución. En ese contexto, por definición, los subsidios causan la ineficiencia en el sistema económico, pues estos reducen los precios que pagan los consumidores e incrementan los precios que reciben los productores, causando la sobreproducción de un

bien con respecto al escenario de equilibrio en competencia perfecta (Parkin & Loría, 2010). Sin embargo, su implementación puede ser un método eficaz para que los hogares con menores ingresos accedan a bienes a los que normalmente no podrían hacerlo debido a su costo (Musgrave & Musgrave, 1991).

Bajo esta conceptualización, los subsidios son un instrumento fiscal para fomentar la equidad, sacrificando parte de la eficiencia del entorno económico. Por lo tanto, estos deben enfocarse en el cumplimiento de la función de distribución definida por Musgrave & Musgrave (1991). A pesar de ello, la política de subsidios a los combustibles en el Ecuador no cumple plenamente con la redistribución de la riqueza de forma progresiva. La política en cuestión es regresiva debido a una falta de focalización y la capacidad de consumo de los quintiles más ricos; pero, las relaciones de equilibrio general dificultan la capacidad de reforma sobre esta política.

Para el caso ecuatoriano, los intentos de reformas a los subsidios a los combustibles han venido de la mano de un enfoque de consolidación fiscal. Las reformas planteadas en los años 80, 90 y las más recientes han sido un componente más de sus respectivos planes de reestructuración del gasto público. Desde esta perspectiva, las finanzas públicas cumplen un rol fundamental para la decisión de reforma. Los hacedores de política están en la capacidad de definir como variable objetivo la reducción del gasto sujeta a umbrales mínimos de mejora en los indicadores sociales y de desempeño económico, o viceversa. Sin embargo, un factor más para el análisis es la capacidad de veto de los ciudadanos que, como pudo verse en el último intento de reforma, es determinante para que la política se lleve a cabo de manera exitosa.

Finalmente, al cierre de la **Sección 5.1** se presentaban tres cláusulas con las cuales se sintetizaban los problemas estructurales de la política de subsidios a los combustibles en el Ecuador. Tras la evaluación de escenarios contrafactuales, si bien se tiene mayor claridad con respecto a algunos mecanismos con los cuales se pueden mitigar los impactos de las reformas, aún se mantienen varias dificultades que limitan el margen de acción alrededor de esta política. Este sistema de *checks and balances* se presenta, a modo de cierre de esta discusión, en la **Tabla 17**.

Tabla 17. *Checks and balances* de los subsidios a los combustibles en el Ecuador

Problemas estructurales de la política (Checks)	Dificultades para las reformas (Balances)
<p>La presión fiscal de los subsidios representa anualmente, en promedio, más de 2% del PIB, en ocasiones incluso llegando a sobrepasar el déficit del Gobierno Central.</p>	<p>Retirar los subsidios a los combustibles podría causar una crisis de gobernanza. Para evitarlo, se requiere de compensaciones para los agentes más vulnerables y reformas que no afecten a los sectores con capacidad de organización, lo cual, se desconoce si incluso llegaría a ser más costoso que la misma política de subsidios.</p>
<p>El combustible con más peso sobre el monto de subsidios es el diésel. Los sectores que más dependen del diésel son sectores estratégicos, lo cual dificulta una posible reforma sin efectos sistémicos.</p>	<p>Las industrias no petroleras dependen en gran medida del diésel. Un incremento en su costo podría traducirse en una elevación generalizada de los precios al consumidor, reducción en la demanda laboral, reducción del ingreso disponible de los hogares, entre otras dificultades.</p>
<p>La distribución del subsidio se concentra en los quintiles más ricos de la población, debido a su capacidad de consumo. El monto destinado a estos subsidios supera ampliamente el presupuesto asignado a otras subvenciones sociales, generando un costo de oportunidad para las cuentas de educación y salud.</p>	<p>Eliminar los subsidios mejora la distribución, pero lo hace a través de una caída generalizada (aunque progresiva) del ingreso disponible de los hogares. Esto último implica que las reformas podrían volver más vulnerable al quintil más pobre.</p>

Elaboración: El autor

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo evaluar, en términos de eficiencia y equidad, los efectos macroeconómicos de la política de subsidios a los combustibles en el Ecuador. El principal aporte de la investigación a la literatura de subsidios en el país es la consideración de un enfoque cuantitativo de equilibrio general.

Como primer pilar de la evaluación se consideraron los escenarios de reforma planteados por el Gobierno Nacional, de los cuales, en términos de los agregados macroeconómicos, se puede inferir lo siguiente:

Sobre el Decreto 619,

- El Producto Interno Bruto se reduce. Las industrias no petroleras responden a la reforma a través de un ajuste en la cantidad de factores empleados, mucho más acentuado en el trabajo por la rigidez de los salarios, lo cual termina reduciendo la producción final.
- El consumo de los hogares se contrae en respuesta a un efecto renta. El ajuste de las industrias en la cantidad de trabajo empleado repercute negativamente a través de una disminución del ingreso agregado que perciben los hogares.
- El índice de precios al consumidor evidencia un incremento, no obstante, a nivel desagregado, el efecto no es sistémico debido a una contracción de la demanda que incentiva reducciones de precios en los sectores no-combustibles.
- El efecto neto es positivo para el balance fiscal. Si bien las cuentas de recaudación tributaria sufren variaciones negativas debido a una menor actividad en el entorno económico, el resultado fiscal mejora debido al menor gasto que representa la reforma.

Sobre el Decreto 883,

- Los efectos negativos sobre la producción se intensifican. Con este escenario, el recorte en el trabajo empleado por las industrias no es suficiente para contrarrestar

el efecto; por lo cual, las industrias requieren también realizar ajustes sobre el capital.

- El consumo de los hogares se contrae tanto por el ajuste de las industrias como por el incremento sistémico de los precios al consumidor.
- La eliminación de subsidios mejora la distribución. A pesar de ello, el efecto es consecuencia de una caída generalizada del ingreso disponible de los hogares, mucho más profunda para los quintiles de mayor riqueza, y no por una mejora de la condición de los quintiles más pobres.
- Los ingresos tributarios netos de subsidios se incrementan de manera significativa. Nuevamente, las cuentas de ingresos se ven afectadas, pero la reducción del gasto en subsidios contrarresta la caída en la recaudación.

Luego, otro pilar de la investigación consistió en proponer pautas de reforma enfocadas en la focalización del subsidio tanto en hogares como en industrias. A continuación, se detallan las principales conclusiones:

- Un escenario de focalización es una alternativa plausible para mitigar los efectos negativos de una reforma a los subsidios sobre los agregados macroeconómicos. Incluso, es posible obtener un leve crecimiento que depende de la intensidad de la mejora en la balanza comercial.
- La focalización enfocada en hogares y la focalización ampliada a industrias poseen efectos similares en términos de sus variaciones con respecto al escenario base como resultado del uso de criterios de progresividad y encadenamientos productivos. Sin embargo, por ser prácticamente inocua a la primera focalización, la segunda opción podría constituir el primer paso hacia el empleo de energías más eficientes, sobre todo si se la acompaña de incentivos fiscales.
- A pesar de que la focalización mejora los resultados sobre el quintil más pobre con respecto al Decreto 883, se requiere un mecanismo de compensación para subsanar completamente los efectos negativos sobre el ingreso de los hogares.

Finalmente, se realizó una breve discusión de los resultados y su incidencia en relación

con el marco conceptual de las políticas fiscales. Con base en la evaluación de escenarios contrafactuales, se pudo obtener evidencia a favor de la hipótesis de ineficiencia, regresividad y alto costo de oportunidad de los subsidios a los combustibles en el Ecuador, es decir, la aplicación de la política de subsidios a los combustibles en el Ecuador no cumpliría con su principal función teórica: la redistribución de la riqueza. Por otra parte, se explicó el sistema de *checks and balances* que existe alrededor de esta política y que dificulta el margen de acción e intentos de reforma. Por ello, debido a la intensidad de sus efectos, la recomendación recae en optar por reformas mucho más graduales, especialmente si se las realiza en momentos de bajo crecimiento económico y alta tensión política.

6.2 Recomendaciones

La literatura económica referente a los subsidios a los combustibles ha concentrado sus esfuerzos en la evaluación de posibles reformas para proyectarse como una herramienta útil para el diseño de mejores prácticas de política pública. Este estudio no es la excepción; sin embargo, debido al contexto sobre el cual se enmarca, es preciso resaltar el alcance y algunas limitaciones identificadas como mecanismo de recomendación para futuras investigaciones.

En primer lugar, el alcance de este estudio no contempla un aspecto fundamental para su aplicación: el sociopolítico. Como ya lo ha detallado la literatura, en el Ecuador las reformas sobre el subsidio a los combustibles son causantes de alta tensión en la esfera política. El diseño, monitoreo y evaluación de política pública debe ser realizada por un equipo técnico multidisciplinario que complemente la optimización teórica de los resultados macroeconómicos con la factibilidad de aplicación práctica bajo una ponderación del riesgo de inestabilidad política que traiga consigo pérdidas económicas o incluso humanas.

Segundo, la principal limitación de la especificación del modelo es la imposición de un ambiente neoclásico en la formulación teórica del comportamiento de los agentes. En el Ecuador no se puede asegurar que exista un sistema de competencia perfecta tal como lo plantea el modelo, varias industrias podrían poseer un mayor poder de mercado que otras, es probable que la asimetría de la información dependa directa o indirectamente del nivel de ingreso de los individuos, los subsidios pueden conllevar a externalidades, entre otros factores relacionados a fallas de mercado. Si bien es cierto que la inclusión de reglas de cierre heterodoxas permite relajar algunos de los supuestos del modelo, aún quedan varias alternativas implementadas en la literatura que podrían mejorar la precisión de los

resultados.

Tercero, se ha realizado la evaluación ex-ante desde un enfoque estático. Para la precisión en el modelamiento de un enfoque dinámico se requeriría estimar la resiliencia que posee cada industria, por ejemplo, para adaptarse al uso de nuevas fuentes energéticas. La inclusión de decisiones intertemporales permitiría robustecer el análisis de los efectos estructurales sobre los agregados macroeconómicos y revisar el beneficio/perjuicio de largo plazo de las reformas.

Cuarto, el modelo considera un sector externo único; sin embargo, la diferencia en precios entre países vecinos y las fluctuaciones de sus tipos de cambio podrían ser considerados incentivos para el contrabando de combustibles, lo cual no es capturado dentro de las estimaciones. Si bien diversificar el sector externo dentro de la formulación del modelo puede ayudar a solventar la deficiencia teórica, en la práctica la precisión de las cifras del contrabando continúa siendo una limitación de la contabilidad nacional.

Por último, el análisis de los subsidios requiere también de un análisis microeconómico exhaustivo para cuantificar los efectos sobre variables de coyuntura como pobreza, desigualdad y empleo. Con los resultados del modelo se ha realizado una primera aproximación macroeconómica de los posibles efectos sobre estos indicadores; sin embargo, se requiere de mayor rigurosidad para poder dar implicaciones de política desde una perspectiva multidimensional.

REFERENCIAS

- Abouleinein, S., Kamal, N., Ibrahim, M., Mahmoud, A., & Dabbour, H. (2009). *Impacts of changing prices of energy on prices of goods and services*. Organisation of Energy Planning - Egypt.
- Acosta, A. (2001). *Breve Historia Económica del Ecuador*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Andadari, R., Mulder, P., & Rietveld, P. (2013). Energy poverty reduction by fuel switching. Impact evaluation of the LPG conversion program in Indonesia. *Energy Policy*.
- Andrade, S. (2011). *El precio social de gas licuado de petróleo en el Ecuador : crisis de gobernanza*. Quito: FLACSO Ecuador.
- Arrow, K., & Debreu, G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22(3), 265-290.
- Arze del Granado, J., Coady, D., & Gillingham, R. (2010). *The Unequal Benefits of Fuel Subsidies: A Review of Evidence for Developing Countries*. Fondo Monetario Internacional.
- Atkinson, A., & Stiglitz, J. (2015). *Lectures on Public Economics*. Princeton University Press.
- Bacharach, M. (1970). Biproportional Matrices and Input-Output Change. *Cambridge University Press*.
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Madrid: Pearson.
- Böhringer, C., Rutherford, T., & Wiegard, W. (2003). *Computable general equilibrium analysis: Opening a black box*. Manheim: Leibniz Centre of European Economic Research.
- Bryant, W. (2010). *General Equilibrium: Theory and Evidence*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Bulman, T., Fengler, W., & Ikhsan, M. (2008). Indonesia's Oil Subsidy Opportunity. *Far Eastern Economy Review*, 14-18.
- Burfisher, M. (2011). *Introduction to Computable General Equilibrium Models*. New York: Cambridge University Press.
- Cabezas Gottschalk, E., & Sarango, A. (2017). *Nota Metodológica para la elaboración de la Matriz de Contabilidad Social (MCS). Período de referencia 2007*. Quito: Cuadernos de Trabajo N° 136. Banco Central del Ecuador.
- Cardenete, M. (2009). Los Modelos de Equilibrio General Aplicado: Una Revisión de los Principales Campos de Aplicación a Nivel Internacional. *Revista de Economía Mundial*, 23, 68-86.

- Castillo, J., & Gómez, N. (2019). *Subsidios a los combustibles en Ecuador: diagnósticos y perspectivas*. Guayaquil: Centro de Investigaciones Económicas ESPOL.
- Chia-Hui, C. (2007). *Principles of Microeconomics*. Massachusetts Institute of Technology.
- Cicowiez, M. (2011). *Un Modelo de Equilibrio General Computado para la Evaluación de Políticas Económicas en Argentina: Construcción y Aplicaciones*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Cicowiez, M., & Di Gresia, L. (2004). *Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Trabajo Docente N° 7.
- Coady, D., Flamini, V., & Sears, L. (2015). *The Unequal Benefits of Fuel Subsidies Revisited: Evidence for Developing Countries*. Fondo Monetario Internacional.
- Cooke, E., Hague, S., Tiberti, L., Cockburn, J., & El Lahga, A. (2016). Estimating the impact on poverty of Ghana's fuel subsidy reform and a mitigating response. *Journal of Development Effectiveness*, 8(1), 105-128.
- Cournot, A. (1838). *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Paris: Librairie des sciences politiques et sociales.
- Cuesta, J., & Ponce, J. (2007). Ex – ante simulations of direct and indirect effects of welfare reforms. *Income and Wealth*, 53, 645-672.
- Cuesta, J., Ponce, J., & León, M. (2003). *El subsidio al gas y el bono solidario en el Ecuador. Simulando el paso de subsidios regresivos a transferencias progresivas*. SIISE - STFS.
- Davis, L. (2013). *The economic cost of global fuel subsidies*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- De Janvry, A., Sadoulet, E., & Fargeix, A. (1991). Politically feasible and equitable adjustment: Some alternatives for Ecuador. *World Development*.
- Di Bella, G., Norton, L., Ntamatungiro, J., Ogawa, S., Samake, I., & Santoro, M. (2015). Energy Subsidies in Latin America and the Caribbean: Stocktaking and Policy Challenges. *IMF Working Paper*, 15(30).
- Dixon, P. B., Koopman, R. B., & y Rimmer, M. T. (2013). The MONASH style of computable general equilibrium modeling: A framework for practical policy analysis. En *Handbook of computable general equilibrium modeling*.
- Dixon, P., & Jorgenson, D. (2013). *Handbook of General Equilibrium Modeling*. Oxford: North-Holland.
- Doménech, R. (2004). *Política fiscal y crecimiento económico*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Escudé, G. (2010). *Modelos de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (EGDE): Una Introducción*. Buenos Aires: Banco Central de la República de Argentina.

- Espinoza, S., & Guayanlema, V. (2017). *Balance y proyecciones del sistema de subsidios energéticos en Ecuador*. Quito: FES-ILDIS Ecuador.
- Fargeix, A., & Sadoulet, E. (1990). *A Financial Computable General Equilibrium Model for the Analysis of Ecuador's Stabilization Program*.
- Ferraresi, M., Kotsogiannis, C., & Rizzo, L. (2018). Decentralization and fuel subsidies. *Energy Economics*.
- Fondo Monetario Internacional. (2013). *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*. Fondo Monetario Internacional.
- Gilbert, J., & Tower, E. (1971). *Introduction to Numerical Simulation for Trade Theory and Policy*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Harberger, A. (1964). *Taxation, Resource Allocation and Welfare*. New Jersey: Princeton University Press.
- Hertel, T. (2013). Global applied general equilibrium analysis using the global trade analysis project framework. En *Handbook of computable general equilibrium modeling*.
- Hicks, J. (1939). *Value and capital: An inquiry into some fundamental principles of economic theory*. Londres: Oxford University Press.
- Hosoe, N., Gasawa, K., & Hashimoto, H. (2010). *Textbook of Computable General Equilibrium Modelling. Programming and Simulations*. New York: Palgrave Macmillan.
- Jara, H., Lee, P., Montesdeoca, L., & Varela, M. (2018). *Fuel subsidies and income distribution in Ecuador*. UNU-WIDER.
- Jaramillo, F. (1992). *Apertura, integración y competencia imperfecta en un modelo de equilibrio general computable*. Quito: PNUD, CONADE.
- Johansen, L. (1960). *Multi-sectoral study of economic growth*. Amsterdam: North-Holland.
- Komives, K., Foster, V., Halpern, J., & Wodon, Q. (2005). *Agua, electricidad y pobreza. ¿Quién se beneficia de los subsidios a los servicios públicos?* Washington: Banco Mundial.
- Kouwenaar, A. (1988). *A Basic Needs Policy Model: A General Equilibrium Analysis with Special Reference to Ecuador*. Amsterdam: North-Holland.
- Kouwenaar, A. (1988). *A Basic Needs Policy Model: A General Equilibrium Analysis with Special Reference to Ecuador*. Amsterdam: North-Holland.
- León, M., Rosero, J., & Vos, R. (2008). *El Reto de Alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Ecuador. Un análisis de equilibrio general de los requerimientos de financiamiento*. Quito: Secretaría Técnica del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social.
- León, M., Rosero, J., & Vos, R. (2008). *El Reto de Alcanzar los Objetivos de Desarrollo del*

- Milenio en Ecuador. Un análisis de equilibrio general de los requerimientos de financiamiento.* Secretaría Técnica del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social.
- Li, Y., Shi, X., & Su, B. (2017). Economic, social and environmental impacts of fuel subsidies: A revisit of Malaysia. *Energy Policy*, 110(C), 51-61.
- Lofgren, H., Cicowicz, M., & Diaz-Bonilla, C. (2013). MAMS - A computable general equilibrium model for developing country strategy analysis. En *Handbook of computable general equilibrium modeling*.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Londres: Macmillan.
- Mas-Colell, A., Whinston, M., & Green, J. (1995). *Microeconomic Theory*. New York: Oxford University Press.
- Mastronardi, L., & Mayer, M. (2015). Quita de subsidios a la energía en Argentina: análisis de bienestar mediante un MEGC. *Estudios Económicos*, 32(65).
- Ministerio de Economía y Finanzas. (01 de Marzo de 2019). Obtenido de Sitio web del Ministerio de Economía y Finanzas: <https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/LOI-MEFP-Espa%C3%B1ol.pdf>
- Musgrave, R., & Musgrave, P. (1991). *Hacienda pública teórica y aplicada*. Madrid: McGraw-Hill.
- Nicholson, W., & Westhoff, F. (2009). General Equilibrium Models: Improving the Microeconomics Classroom. *The Journal of Economic Education*, 297-314.
- Parkin, M., & Loría, E. (2010). *Microeconomía. Versión para Latinoamérica*. México: Pearson.
- Pauw, K. (2003). *Functional forms used in CGE models: Modelling production and commodity flows*. PROVIDE Project: Elsenburg.
- Pérez, W., & Acosta, M. (2005). Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General. *Cuestiones Económicas*, 5-46.
- Ponce, J., Sánchez, J., & Burgos, S. (2010). *Implicaciones de la política macroeconómica, los choques externos y los sistemas de protección social en la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad. El caso del Ecuador, 1990-2006*. México D.F.: CEPAL.
- Poveda, G., Carrillo, F., & Castro, F. (2018). Impacto social ante eliminación del subsidio a los combustibles en Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.
- Quesnay, F. (1758). *Tableau économique*.
- Ramírez, J. (2007). Modelo de Equilibrio General Aplicado Tributario. *Cuestiones Económicas*, 127-169.

- Ríos Roca, A., Garrón, M., & Cisneros, P. (2007). *Focalización de los subsidios a los combustibles en América y el Caribe*. Organización Latinoamericana de Energía.
- Robinson, S., & Lofgren, H. (2005). Macro Models and Poverty Analysis: Theoretical Tensions and Empirical Practice. *Development Policy Review*, 23(3), 267-283.
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2010). *Macroeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*. México D. F.: McGraw-Hill.
- Sánchez, L., & Ramírez, J. (2005). Modelo de Equilibrio General de Ecuador: Extensión en el Análisis del Impacto Regional. *Cuestiones Económicas*, 22(2), 85-122.
- Sánchez, L., & Ramírez, J. (2005). Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General Aplicado (MEEGA). Refinamiento del Mercado Laboral. *Cuestiones Económicas*, 22, 47-84.
- Schaffitzel, F., Jakob, M., Soria, R., Vogt-Schilb, A., & Ward, H. (2019). *¿Pueden las transferencias del gobierno hacer que la reforma de los subsidios energéticos sea socialmente aceptable?: un estudio de caso sobre Ecuador*. New York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Sinn, H. (2012). *The Green Paradox. A Supply-Side Approach to Global Warming*. MIT Press.
- Smith, A. (1776). *Una Investigación sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*.
- Stiglitz, J. (2000). *La Economía del Sector Público*. Antoni Bosch.
- Vos, R., & León, M. (2003). *Dolarización, dinámica de exportaciones y equidad: ¿cómo compatibilizarlas en el caso de Ecuador?* PNUD.
- Warlas, L. (1874). *Elements of pure economics or the theory of social wealth*. Londres: Routledge.
- Wesseh, P., Lin, B., & Atsagli, P. (2016). Environmental and welfare assessment of fossil-fuels subsidies removal: A computable general equilibrium analysis for Ghana. *Energy*, 116(P1), 1172-1179.
- Yaselga, E. (2014). *Subsidios regresivos o transferencias progresivas: un análisis desde la eficiencia y equidad para el subsidio al gas*. Quito: FLACSO Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución de los problemas de elección de los agentes

Problema de la industria

Consumo intermedio

El problema de minimización de costos para cada industria j es

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n p_i^S X_{ij} \\ \text{s. r.} \quad & CI_j = \min_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{X_{ij}}{\gamma_{ij}} \right\} \end{aligned} \quad (\text{A1.1})$$

Este problema presenta una solución analítica tal que:

$$CI_j = \frac{X_{ij}}{\gamma_{ij}} = \frac{X_{i'j}}{\gamma_{i'j}} \quad \forall i \neq i' \quad (\text{A1.2})$$

Entonces, se pueden deducir las demandas condicionadas a partir de la Ecuación A1.2:

$$X_{ij}^* = \gamma_{ij} CI_j, \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (\text{A1.3})$$

Valor agregado

El problema de minimización de costos de la industria j es

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & w_K K_j + w_L L_j \\ \text{s. r.} \quad & VA_j = A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L} \right) \end{aligned} \quad (\text{A1.4})$$

Con lo cual, el lagrangiano se expresa como

$$\mathcal{L}_j = w_K K_j + w_L L_j + \lambda_j \left(VA_j - A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K} + L_j^{\alpha_j^L} \right) \right) \quad (\text{A1.5})$$

En ese sentido, las condiciones de primer orden son

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial K_j} = w_K + \lambda_j \left(-\alpha_j^K A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K - 1} L_j^{\alpha_j^L} \right) \right) = 0 \quad (\text{A1.6})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial L_j} = w_L + \lambda_j \left(-\alpha_j^L A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L - 1} \right) \right) = 0 \quad (\text{A1.7})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial \lambda_j} = VA_j - A_j^{VA} \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L} \right) = 0 \quad (\text{A1.8})$$

Despejando el operador λ_j de las ecuaciones A1.6 y A1.7, se obtiene:

$$\lambda_j = \frac{w_K K_j}{\alpha_j^K A_j \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L} \right)} = \frac{w_L L_j}{\alpha_j^L A_j \left(K_j^{\alpha_j^K} L_j^{\alpha_j^L} \right)} \quad (\text{A1.9})$$

Con lo cual se obtiene que

$$K_j = \frac{\alpha_j^K w_L}{\alpha_j^L w_K} L_j \quad (A1.10)$$

Reemplazando la Ecuación A1.10 en la ecuación A1.8:

$$0 = VA_j - A_j^{VA} \left(\frac{\alpha_j^K w_L}{\alpha_j^L w_K} \right)^{\alpha_j^K} L_j \quad (A1.11)$$

Obteniéndose así la siguiente demanda condicionada para el factor L

$$L_j^* = \frac{\alpha_j^L VA_j}{A_j^{VA} w_L \left(\frac{\alpha_j^K}{w_K} \right)^{\alpha_j^K} \left(\frac{\alpha_j^L}{w_L} \right)^{\alpha_j^L}} \quad (A1.12)$$

De manera similar, se puede obtener la demanda condicionada para el factor K

$$K_j^* = \frac{\alpha_j^K VA_j}{A_j^{VA} w_K \left(\frac{\alpha_j^K}{w_K} \right)^{\alpha_j^K} \left(\frac{\alpha_j^L}{w_L} \right)^{\alpha_j^L}} \quad (A1.13)$$

Producción final

El problema de minimización de costos de la industria j es

$$\begin{aligned} \text{Min } & p_j^{CI} CI_j + p_j^{VA} VA_j \\ \text{s.r. } & Q_j = \min \left\{ \frac{CI_j}{\delta_j^{CI}}, \frac{VA_j}{\delta_j^{VA}} \right\} \end{aligned} \quad (A1.14)$$

De manera similar que con el consumo intermedio, la solución analítica de este problema es

$$Q_j = \frac{CI_j}{\delta_j^{CI}} = \frac{VA_j}{\delta_j^{VA}} \quad (A1.15)$$

En donde la resolución de este problema conlleva a las siguientes demandas condicionadas:

$$CI_j^* = \delta_j^{CI} Q_j \quad (A1.16)$$

$$VA_j^* = \delta_j^{VA} Q_j \quad (A1.17)$$

Problema del sector externo

Exportaciones

El problema de minimización de costos de la industria j es

$$\begin{aligned} \text{Min } & p_j^E E_j + p_j^D D_j \\ \text{s. r. } & Q_j = A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j}} \end{aligned} \quad (\text{A1.18})$$

Con lo cual, el lagrangiano se expresa como

$$\mathcal{L}_j = p_j^E E_j + p_j^D D_j + \lambda_j \left(Q_j - A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j}} \right) \quad (\text{A1.19})$$

En ese sentido, las condiciones de primer orden son

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial E_j} = p_j^E + \lambda_j \left(-A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j} - 1} \phi_j^E E_j^{\rho_j - 1} \right) = 0 \quad (\text{A1.20})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial D_j} = p_j^D + \lambda_j \left(-A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j} - 1} \phi_j^D D_j^{\rho_j - 1} \right) = 0 \quad (\text{A1.21})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial \lambda_j} = Q_j - A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j}} = 0 \quad (\text{A1.22})$$

Despejando el operador λ_j de las Ecuaciones A1.20 y A1.21, se obtiene:

$$\lambda_j = \frac{p_j^D \left(\phi_j^D D_j^{\rho_j - 1} \right)^{-1}}{A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j} - 1}} = \frac{p_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j - 1} \right)^{-1}}{A_j^E \left(\phi_j^E E_j^{\rho_j} + \phi_j^D D_j^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j} - 1}} \quad (\text{A1.23})$$

Despejando y reemplazando en la ecuación A1.22 se tiene que:

$$E_j^* = \frac{\frac{Q_j \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}}}{A_j^E \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)}}{\left[p_j^E \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} + p_j^D \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}} \quad (\text{A1.24})$$

$$D_j^* = \frac{\frac{Q_j}{A_j^E} \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}}}{\left[p_j^E \left(\frac{\phi_j^E}{p_j^E} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} + p_j^D \left(\frac{\phi_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\rho_j}} \right]^{\frac{1}{\rho_j}}} \quad (\text{A1.25})$$

Importaciones

El problema de minimización de costos de la industria j es

$$\begin{aligned} \text{Min } & p_j^D D_j + p_j^M M_j \\ \text{s. r. } & S_j = A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} \end{aligned} \quad (\text{A1.26})$$

Con lo cual, el lagrangiano se expresa como

$$\mathcal{L}_j = p_j^D D_j + p_j^M M_j + \lambda_j \left(S_j - A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} \right) \quad (\text{A1.27})$$

En ese sentido, las condiciones de primer orden son

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial M_j} = p_j^M + \lambda_j \left(-A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}-1} \beta_j^M M_j^{\sigma_j-1} \right) = 0 \quad (\text{A1.28})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial D_j} = p_j^D + \lambda_j \left(-A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}-1} \beta_j^D D_j^{\sigma_j-1} \right) = 0 \quad (\text{A1.29})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial \lambda_j} = S_j - A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} = 0 \quad (\text{A1.30})$$

Despejando el operador λ_j de las Ecuaciones A1.28 y A1.29 , se obtiene:

$$\lambda_j = \frac{p_j^D \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j-1} \right)^{-1}}{A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}-1}} = \frac{p_j^M \left(\beta_j^M M_j^{\sigma_j-1} \right)^{-1}}{A_j^M \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}-1}} \quad (\text{A1.31})$$

Despejando y reemplazando en la Ecuación A1.30 se tiene que:

$$D_j^* = \frac{\frac{S_j}{A_j^M} \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}}}{\left[p_j^D \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} + p_j^M \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} \right]^{\frac{1}{\sigma_j}}} \quad (\text{A1.32})$$

$$M_j^* = \frac{\frac{S_j}{A_j^M} \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}}}{\left[p_j^D \left(\frac{\beta_j^D}{p_j^D} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} + p_j^M \left(\frac{\beta_j^M}{p_j^M} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_j}} \right]^{\frac{1}{\sigma_j}}} \quad (\text{A1.33})$$

Problema de los hogares

El problema de maximización de la utilidad del hogar h es

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \prod_{i \notin G} C_{hi}^{\theta_{hi}} \left[\sum_{i \in G} (\delta_{hi}^G C_{hi}^{\rho_G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho_G}} \\ \text{s. r.} \quad & \sum_i p_i^S C_{hi} = Y_h^{\text{disp}}, \\ & \sum_i \theta_{hi} + \bar{\theta} = 1, \quad G = \{\text{Bajo Octanaje}, \text{Alto Octanaje}\} \end{aligned} \quad (\text{A1.34})$$

Con lo cual, el lagrangiano se expresa como

$$\mathcal{L}_h = \prod_{i \notin G} C_{hi}^{\theta_{hi}} \left[\sum_{i \in G} (\delta_{hi}^G C_{hi}^{\rho_G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho_G}} - \lambda_h \left(Y_h^{\text{disp}} - \sum_i p_i^S C_{hi} \right) \quad (\text{A1.35})$$

En ese sentido, las condiciones de primer orden son

$$\frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial C_{hi}} = \begin{cases} \frac{\theta_{hi} \left(\prod_{i' \notin G} C_{hi'}^{\theta_{hi'}} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho_G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho_G}} \right)}{C_{hi}} - \lambda_h p_i^S & \text{si } i \notin G \\ \frac{\bar{\theta}_h \delta_{hi}^G \left(\prod_{i' \notin G} C_{hi'}^{\theta_{hi'}} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho_G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho_G}} \right)}{C_{hi}^{1-\rho_G} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho_G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho_G}}} - \lambda_h p_i^S & \text{si } i \in G \end{cases} = 0 \quad (\text{A1.36})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}_h}{\partial \lambda_h} = Y_h^{\text{disp}} - \sum_i p_i^S C_{hi} = 0 \quad (\text{A1.37})$$

Despejando el operador λ_h de la Ecuación A1.36, se obtiene:

$$\lambda_h = \begin{cases} \frac{\prod_{i' \notin G} C_{hi'}^{\theta_{hi'}} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho^G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho^G}}}{C_{hi} p_i^S} & si \ i \notin G \\ \frac{\bar{\theta}_h \delta_{hi}^G \left(\prod_{i' \notin G} C_{hi'}^{\theta_{hi'}} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho^G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho^G}} \right)}{p_i^S C_{hi}^{1-\rho^G} \left[\sum_{i' \in G} (\delta_{hi'}^G C_{hi'}^{\rho^G}) \right]^{\frac{\bar{\theta}_h}{\rho^G}}} & si \ i \in G \end{cases} \quad (A1.38)$$

Despejando y reemplazando en la ecuación A1.37 se tiene que:

$$C_{hi}^* = \begin{cases} \frac{\theta_{hi}}{p_i^S} (Y_h^{disp}) & si \ i \notin G \\ \frac{\delta_{hi}^G \frac{1}{1-\rho^G} \bar{\theta}_h (Y_h^{disp})}{p_i^S \frac{1}{1-\rho^G} \sum_{i' \in G} \left(\frac{\delta_{hi'}^G \frac{1}{1-\rho^G}}{p_{i'}^S \frac{1}{1-\rho^G}} \right)} & si \ i \in G \end{cases} \quad (A1.39)$$

Anexo 2. Calibración de los parámetros de distribución

Problema de la industria

Consumo intermedio

$$\gamma_{ij} = \frac{X_{ij}^*}{CI_j} \quad (A2.1)$$

Valor agregado

$$\alpha_j^L = \frac{L_j^*}{VA_j} \quad (A2.2)$$

$$\alpha_j^K = \frac{K_j^*}{VA_j} \quad (A2.3)$$

$$A_j^{VA} = \frac{VA_j}{K_j^{*\alpha_j^K} L_j^{*\alpha_j^L}} \quad (A2.4)$$

Producción final

$$\delta_j^{CI} = \frac{CI_j^*}{Q_j} \quad (A2.5)$$

$$\delta_j^{VA} = \frac{VA_j^*}{Q_j} \quad (A2.6)$$

Problema del sector externo

Exportaciones

$$\phi_j^E = \frac{(E_j^*)^{1-\rho_j}}{(E_j^*)^{1-\rho_j} + (D_j^*)^{1-\rho_j}} \quad (A2.7)$$

$$\phi_j^D = \frac{(D_j^*)^{1-\rho_j}}{(E_j^*)^{1-\rho_j} + (D_j^*)^{1-\rho_j}} \quad (A2.8)$$

$$A_j^E = Q_j \left(\phi_j^E (E_j^*)^{\rho_j} + \phi_j^D (D_j^*)^{\rho_j} \right)^{\frac{1}{\rho_j}} \quad (A2.9)$$

Importaciones

$$\beta_j^M = \frac{p_j^M (M_j^*)^{1-\sigma_j}}{p_j^M (M_j^*)^{1-\sigma_j} + p_j^D (D_j^*)^{1-\sigma_j}} \quad (\text{A2.10})$$

$$\beta_j^D = \frac{p_j^D (D_j^*)^{1-\sigma_j}}{p_j^M (M_j^*)^{1-\sigma_j} + p_j^D (D_j^*)^{1-\sigma_j}} \quad (\text{A2.11})$$

$$A_j^M = S_j \left(\beta_j^D D_j^{\sigma_j} + \beta_j^M M_j^{\sigma_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j}} \quad (\text{A2.12})$$

Problema de los hogares

$$\theta_{hi} = p_i^S \frac{C_{hi}^*}{Y_h^{dsp}} \quad (\text{A2.13})$$

$$\bar{\theta}_h = 1 - \sum_i \theta_{hi} \quad (\text{A2.14})$$

$$\delta_{hi}^G = \frac{\bar{\theta}_h p_i^S \left(\frac{C_{hi}^*}{Y_h^{dsp}} \right)^{1-\rho^G}}{\sum_{i' \in G} p_{i'}^S \left(\frac{C_{hi'}^*}{Y_h^{dsp}} \right)^{1-\rho^G}} \quad (\text{A2.15})$$

$$\varphi_{hL}^{prm} = \frac{L_h}{L} \quad (\text{A2.16})$$

$$\varphi_{hK}^{prm} = \frac{K_h}{K} \quad (\text{A2.17})$$

$$\varphi_{ht}^{scn} = \frac{z_t^h}{z_t} \quad (\text{A2.18})$$

$$\varphi_h^{dsp} = \frac{Y_h^{dsp}}{Y_h^{scn}} \quad (\text{A2.19})$$

Anexo 3. Homologación de los sectores del modelo con la MCS

Tabla A1. Homologación de los sectores del modelo y los sectores de la MCS.

Número	Sector MEGC	Código MCS	Sector MCS
1	Agricultura	001001	Banano, café y cacao
		002001	Cereales
		003001	Flores y capullos
		004001	Tubérculos, Vegetales, melones y frutas
		004002	Oleaginosas e industrializables
		004003	Servicios relacionados con la agricultura
2	Silvicultura, ganadería y pesca	005001	Animales vivos y productos animales
		006001	Productos de la silvicultura
		007001	Camarón vivo o fresco y larvas de camarón
		008001	Pescado y otros acuáticos (excepto camarón)
		008002	Productos de la acuicultura (excepto camarón)
3	Petróleo y gas natural	009001	Petróleo crudo y gas natural
		009002	Servicios relacionados con el petróleo y gas
4	Diésel	024001	Aceites refinados de petróleo y otros
5	Gasolina Bajo Octanaje		
6	Gasolina Alto Octanaje		
7	Otros derivados del petróleo		
8	Minerales	010001	Minerales metálicos
		010002	Minerales no metálicos
9	Carnes, camarón y pescado elaborado	011001	Carne, productos de la carne y subproductos
		012001	Camarón elaborado
		013001	Pescado y otros productos acuáticos elaborados
		013002	Preparados y conservas de pescado y de otras especies acuáticas
10	Otros alimenticios de	014001	Aceites crudos y refinados
		015001	Productos lácteos elaborados

	origen animal y vegetal	016001	Productos de molinería
		016002	Productos de la panadería
		016003	Fideos, macarrones y otros productos farináceos similares
		017001	Azúcar, panela y melaza
		018001	Cacao elaborado, chocolate y productos de confitería
		019001	Alimento para animales
		019002	Productos de café elaborado
		019003	Productos alimenticios diversos
11	Bebidas y tabaco	020001	Bebidas alcohólicas
		020002	Bebidas no alcohólicas
		020003	Tabaco elaborado
12	Productos textiles	021001	Hilos, hilados; tejidos y confecciones
		021002	Prendas de vestir
		021003	Cuero, productos de cuero y calzado
13	Productos de madera y papel	022001	Productos de madera tratada, corcho y otros materiales
		023001	Pasta-papel, papel y cartón y otros
14	Otros productos manufacturados	025001	Productos químicos básicos, abonos y plásticos primarios
		025002	Otros productos químicos
		026001	Productos de caucho
		026002	Productos de plástico
		027001	Vidrio, cerámica y refractarios
		027002	Cemento, artículos de hormigón y piedra
		028001	Metales comunes
		028002	Productos metálicos elaborados
		032001	Otros productos manufacturados
15	Maquinaria y Equipo	029001	Maquinaria, equipo y aparatos eléctricos
		030001	Equipo de transporte
		031001	Muebles

16	Servicios de transporte y almacenamiento	037001	Servicios de transporte y almacenamiento
17	Trabajos de construcción y construcción	034001	Trabajos de construcción y construcción
18	Servicios de enseñanza	044001	Servicios de enseñanza
19	Servicios sociales y de salud	045001	Servicios sociales y de salud
20	Otros servicios	035002	Servicios de reparación y mantenimiento de vehículos de motor y motocicletas
		036001	Servicios de alojamiento
		036002	Servicios de restaurante
		038001	Servicios postales y de mensajería
		038002	Servicios de telecomunicaciones, transmisión e información
		039001	Servicios de intermediación financiera
		040001	Servicios de seguros y fondos de pensiones
		041001	Servicios inmobiliarios
		042001	Servicios prestados a las empresas y de producción
		043001	Servicios administrativos del Gobierno y para la comunidad en general
		046001	Servicios de asociaciones; esparcimiento; culturales y deportivos
		047001	Servicio doméstico
		033001	Electricidad
		033002	Agua, servicios de saneamiento y gas (excepto de petróleo)
21	Servicios de comercio	035001	Servicios de comercio

Elaboración: El autor

Anexo 4. Valores de la MCS definitiva para calibrar el MEGC

Tabla A2. Valores desagregados de la Matriz de Contabilidad Social definitiva para la calibración del MEGC (Miles de Dólares).

	Sector	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Sector	Producto x Producto	Agricultura	Silvicultura, ganadería y pesca	Petróleo y gas natural	Diesel	Gasolina Bajo Octanaje	Gasolina Alto Octanaje	Otros derivados del petróleo	Minerales	Carnes, camarón y pescado elaborado	Otros alimenticios de origen animal y vegetal	Bebidas y tabaco	Productos textiles	Productos de madera y papel	Otros productos manufacturados	Maquinaria y Equipo	Servicios de transporte y almacenamiento	Trabajos de construcción y construcción	Servicios de enseñanza	Servicios sociales y de salud	Otros servicios	Servicios de comercio	
1	Agricultura	495,843	765,978	-	-	-	-	-	15	239,720	1,945,908	388,056	106,344	35	50,473	1	0	15	5,190	9,877	90,216	52,490	
2	Silvicultura, ganadería y pesca	7,006	422,344	207	-	-	-	-	38,669	2,957,852	804,290	540	32,748	605,814	16,312	12,200	0	797,524	2,921	745	32,307	52,459	
3	Petróleo y gas natural	-	-	1,884,429	90,701	216,779	161,303	451,216	0	-	0	0	-	-	262	1,635	16,786	-	-	-	78,051	148	
4	Diesel	47,256	126,211	68,500	861	1,967	1,464	13,470	15,433	24,395	24,104	6,629	5,038	36,138	142,806	9,515	401,943	79,323	339	976	237,933	45,791	
5	Gasolina Bajo Octanaje	21,193	8,938	493	-	-	-	76,020	377	3,037	1,855	1,576	786	969	3,691	1,326	110,984	14,752	2,402	2,732	67,000	15,052	
6	Gasolina Alto Octanaje	12,957	5,465	18	-	-	-	4,012	139	2,186	1,542	10	274	313	1,923	2,275	138,262	13,354	1,507	10,803	69,265	26,471	
7	Otros derivados del petróleo	60,838	22,889	126,079	225,304	514,709	382,990	950,331	2,699	9,913	15,698	519	3,520	10,607	153,098	5,224	933,527	21,520	172	433	515,286	22,997	
8	Minerales	-	-	-	-	-	-	237	-	-	-	-	-	-	433,027	-	-	248,825	-	-	382	8,020	
9	Carnes, camarón y pescado elaborado	294	12,096	-	-	-	-	-	1	376,391	156,741	80	7,165	21	19,902	61	11	2,719	9,216	9,838	701,529	13,376	
10	Otros alimenticios de origen animal y vegetal	6,594	711,493	339	32	76	57	160	4	398,389	1,799,017	224,363	5	4,656	44,698	0	20,535	379	32,342	10,733	382,049	94,224	
11	Bebidas y tabaco	0	9	-	392	938	698	1,933	11	1,163	941	45,749	-	51	22,887	1	0	-	2,351	468	124,900	3,002	
12	Productos textiles	1,126	1,771	65,723	122	291	217	808	411	561	867	0	729,161	8,551	33,217	52,606	14,320	1,819	14,431	118,101	251,567	39,540	
13	Productos de madera y papel	46,469	912	29,601	43	103	77	313	956	63,121	141,847	21,392	30,341	735,344	99,707	531,740	50,038	1,134,996	94,578	54,322	701,929	390,368	
14	Otros productos manufacturados	1,034,413	275,798	707,255	3,421	8,176	6,084	19,769	50,314	149,346	236,050	116,389	233,181	259,915	3,461,144	727,208	412,069	4,768,279	192,895	1,098,873	742,902	731,734	
15	Maquinaria y Equipo	1,711	3,725	39,887	1,107	2,647	1,969	5,655	3,956	1,786	47,459	4,453	16,055	71,721	405,341	884,060	376,500	22,399	288,420	132,123	683,679	232,536	
16	Servicios de transporte y almacenamiento	335,630	249,806	614,698	3,858	9,222	6,862	20,957	21,862	112,864	161,924	45,583	10,726	52,039	189,635	30,116	703,077	397,227	22,711	9,432	875,552	1,676,921	
17	Trabajos de construcción y construcción	1,473	77	25,626	1,390	3,322	2,472	6,902	-	-	5,629	-	-	11	137	-	1,589	5,949	20,727	41,617	911,028	4,490	
18	Servicios de enseñanza	-	-	1,047	-	-	-	3	-	-	157	-	-	1	-	-	16	415	-	10	20,274	186	
19	Servicios sociales y de salud	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	0	18	37	322	1,075	-	2	
20	Otros servicios	465,240	582,569	1,549,266	7,123	17,023	12,667	39,893	55,196	207,057	545,831	180,146	151,981	218,395	813,309	189,193	1,516,963	979,115	326,604	369,391	9,741,783	2,289,945	
21	Servicios de comercio	1,394,720	1,835,607	-	373,220	218,906	162,886	436,488	117,566	1,116,750	2,272,707	575,681	884,680	767,128	3,609,350	2,051,591	-	-	-	-	-	-	(15,817,279)
Fact.	Remuneraciones (Re)	1,722,033	514,777	943,122	14,756	35,268	26,242	75,584	66,126	659,353	727,753	251,074	422,686	583,924	1,180,287	589,653	955,807	2,484,228	3,607,332	2,175,508	13,279,624	6,647,315	
	Excedente bruto de explotación (EBE) más Ingreso Mixto Bruto (IMB)	4,542,380	2,379,242	9,768,904	8,258	19,738	14,686	64,183	268,281	2,224,772	1,502,228	666,674	571,748	594,613	2,859,797	693,380	3,373,487	8,418,764	1,166,252	907,367	16,167,012	3,387,538	
Ag. Inst.	Sociedades no financieras (SnF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sociedades financieras (SF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gobierno general	25,144	11,020	75,407	3,446	8,236	6,128	17,149	1,995	13,844	32,466	12,466	14,012	11,004	31,290	10,998	137,699	10,704	3,427	1,656	244,409	82,675	
	h-q1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	h-q2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	h-q3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
h-q4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
h-q5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Instituciones sin fin de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Impuestos	Impuestos sobre los productos	-	-	-	87,888	46,712	34,758	27,577	-	86,094	268,993	786,897	331,249	184,034	1,278,172	1,791,260	129,532	-	-	-	2,147,913	-	
	Subsidios sobre los productos	-	-	-	(2,049,585)	(369,396)	(274,864)	(673,927)	-	-	-	-	-	-	-	-	(98,800)	-	-	-	(43,000)	-	
	Impuestos sobre las importaciones	16,317	912	-	-	-	-	-	10,951	183	6,870	55,853	11,308	194,183	19,856	346,041	621,050	-	-	-	295	-	
	Impuestos corrientes sobre el ingreso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ahorro	Ahorro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RD	Resto del Mundo	629,052	63,340	-	2,981,683	28,451	21,170	3,492,169	103,826	199,907	1,306,990	72,002	1,009,012	715,497	8,044,766	9,191,733	523,500	-	-	-	1,780,495	-	
	Total	10,867,788	7,994,981	15,900,602	1,764,022	763,166	567,865	5,041,655	748,019	8,855,373	12,056,849	3,411,590	4,754,893	4,880,637	23,241,276	17,396,829	9,717,846	19,402,323	5,793,852	4,955,325	49,805,455	-	

(Continuación)

Sector	Sector	Factores		Agentes Institucionales							Impuestos				Inversión	RD	Total MCS		
		Remuneraciones (Re)	Excedente bruto de explotación (EBE) Ingreso Mixto Bruto (IMB)	Sociedades no financieras (SnF)	Sociedades financieras (SF)	Gobierno general	h-q1	h-q2	h-q3	h-q4	h-q5	Instituciones sin fin de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH)	Impuestos sobre los productos	Subsidios sobre los productos				Impuestos sobre las importaciones	Impuestos corrientes sobre el ingreso
1	Agricultura	-	-	-	-	-	218,012	257,800	284,987	327,964	426,667	-	-	-	-	-	604,290	4,597,907	10,867,768
2	Silvicultura, ganadería y pesca	-	-	-	-	-	171,529	231,284	278,172	338,033	496,361	-	-	-	-	-	570,286	125,377	7,994,981
3	Petróleo y gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(16,731)	13,016,021	15,900,602
4	Diesel	-	-	-	-	-	34,674	10,488	25,461	47,238	205,781	-	-	-	-	-	28,976	121,310	1,764,022
5	Gasolina Bajo Octanaje	-	-	-	-	-	28,538	68,619	91,391	132,435	224,747	-	-	-	-	-	(126,431)	10,685	763,166
6	Gasolina Alto Octanaje	-	-	-	-	-	7,463	13,893	19,619	39,040	291,148	-	-	-	-	-	(94,076)	-	567,865
7	Otros derivados del petróleo	-	-	-	-	-	12,443	29,508	30,095	61,854	98,205	-	-	-	-	-	486,677	344,422	5,041,655
8	Minerales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(5,835)	63,364	748,019
9	Carnes, camarón y pescado elaborado	-	-	-	-	-	435,657	561,121	654,334	735,550	926,696	-	-	-	-	-	80,863	4,151,712	8,855,373
10	Otros alimenticios de origen animal y vegetal	-	-	-	-	-	955,475	1,183,283	1,334,480	1,517,869	2,080,946	-	-	-	-	-	122,114	1,132,536	12,056,849
11	Bebidas y tabaco	-	-	-	-	-	286,541	443,914	597,230	736,496	1,048,312	-	-	-	-	-	50,530	43,075	3,411,590
12	Productos textiles	-	-	-	-	-	211,622	301,468	426,077	624,626	1,578,191	-	-	-	-	-	58,751	218,948	4,754,893
13	Productos de madera y papel	-	-	-	-	-	66,941	85,704	101,425	119,163	192,286	-	-	-	-	-	(157,529)	344,451	4,880,637
14	Otros productos manufacturados	-	-	-	-	-	491,740	645,169	865,774	1,110,102	2,135,654	-	-	-	-	-	1,061,805	1,695,816	23,241,276
15	Maquinaria y Equipo	-	-	-	-	-	293,458	472,677	690,011	1,162,908	3,080,720	-	-	-	-	-	7,975,306	494,561	17,396,829
16	Servicios de transporte y almacenamiento	-	-	-	-	-	383,715	533,867	706,967	840,185	1,291,268	-	-	-	-	-	-	411,141	9,717,846
17	Trabajos de construcción y construcción	-	-	-	-	-	16,544	31,524	46,882	75,929	215,080	-	-	-	-	-	17,983,926	-	19,402,323
18	Servicios de enseñanza	-	-	-	-	3,713,184	65,077	124,514	237,890	459,396	1,161,815	9,869	-	-	-	-	-	-	5,793,852
19	Servicios sociales y de salud	-	-	-	-	3,362,909	80,988	133,114	240,074	303,211	797,038	36,534	-	-	-	-	-	-	4,955,325
20	Otros servicios	-	-	-	-	7,366,088	1,149,298	1,604,128	2,641,064	3,839,814	9,939,356	935,052	-	-	-	-	210,393	1,861,771	49,805,455
21	Servicios de comercio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fact.	Remuneraciones (Re)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,707	36,973,160
	Excedente bruto de explotación (EBE) más Ingreso Mixto Bruto (IMB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,599,304
Ag. Inst.	Sociedades no financieras (SnF)	-	23,151,579	3,592,305	1,272,142	8,215,408	77,907	250,864	534,156	950,243	2,375,374	-	-	-	-	-	3,220,594	202,529	43,843,101
	Sociedades financieras (SF)	-	1,641,905	1,520,348	352,584	158,834	11,565	6,720	28,456	106,235	1,093,591	4,598	-	-	-	-	337	14,315	4,939,488
	Gobierno general	-	2,442,057	16,713,918	424,297	2,521,043	132,169	425,592	906,200	1,612,095	4,029,841	-	7,201,080	(3,509,571)	1,283,819	4,604,913	5,011,799	189,147	44,743,574
	h-q1	1,497,399	1,960,584	24,186	-	1,902,889	-	-	-	-	-	2,216	-	-	-	-	-	88,458	5,475,732
	h-q2	3,552,838	3,140,027	59,038	84,764	1,535,926	-	-	-	-	-	5,661	-	-	-	-	-	239,538	8,617,792
	h-q3	5,426,680	4,566,490	182,205	67,228	1,134,973	-	-	-	-	-	4,819	-	-	-	-	-	434,523	11,816,918
	h-q4	8,367,492	6,541,607	407,654	152,986	748,676	-	-	-	-	-	10,569	-	-	-	-	-	709,674	16,938,658
	h-q5	18,117,325	16,132,996	2,312,549	1,386,699	266,183	-	-	-	-	-	11,364	-	-	-	-	383,816	1,065,642	39,676,574
	Instituciones sin fin de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH)	-	22,059	675,331	7,272	-	8,301	30,424	26,770	81,414	306,314	-	-	-	-	-	7,538	-	1,165,423
Impuestos	Impuestos sobre los productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,201,080
	Subsidios sobre los productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3,509,571)
	Impuestos sobre las importaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,283,819
	Impuestos corrientes sobre el ingreso	-	-	2,499,354	160,670	-	79,457	133,949	172,643	307,973	1,250,867	-	-	-	-	-	-	-	4,604,913
Ahorro	Ahorro	-	-	14,832,558	893,305	13,109,438	254,375	1,032,488	825,878	1,377,647	4,084,104	143,725	-	-	-	-	-	926,707	37,480,226
RD	Resto del Mundo	11,426	-	1,023,655	137,541	708,023	2,243	5,680	50,883	31,239	346,212	1,016	-	-	-	-	22,826	-	32,514,337
	Total	36,973,160	59,599,304	43,843,101	4,939,488	44,743,574	5,475,732	8,617,792	11,816,918	16,938,658	39,676,574	1,165,423	7,201,080	(3,509,571)	1,283,819	4,604,913	37,480,226	32,514,337	561,284,874

Fuente: Cálculos propios a partir de los datos del Banco Central del Ecuador y el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos

Elaboración: El autor

Anexo 5. Sintaxis del modelo en GAMS

```
*=====
*=====
*===== Definiciones Preliminares =====
*=====
*=====
```

```
*===== Matriz de Contabilidad Social =====
```

```
table MCS(*,*) Matriz de Contabilidad Social 2014 BCE
$call      ="xls2gms"          I="D:\Cristhian
Montenegro\Academia\1.  Pregrado\3.  Tesis\5.
Borradores\1.  Entregables\1.  MCS\4.  Cálculo  MCS
Modelo.xlsx" O="D:\Cristhian  Montenegro\Academia\1.
Pregrado\3.  Tesis\5.  Borradores\1.  Entregables\1.
MCS\MCS.inc" R="15.BDD!A1:AN40"
$include   "D:\Cristhian  Montenegro\Academia\1.
Pregrado\3.  Tesis\5.  Borradores\1.  Entregables\1.
MCS\MCS.inc";
```

```
table Rhos(*,*) Elasticidades
$call      ="xls2gms"          I="D:\Cristhian
Montenegro\Academia\1.  Pregrado\3.  Tesis\5.
Borradores\1.  Entregables\1.  MCS\3.  Elasticidades.xlsx"
O="D:\Cristhian  Montenegro\Academia\1.  Pregrado\3.
Tesis\5.  Borradores\1.  Entregables\1.  MCS\Rhos.inc"
R="Rhos!A1:D22"
$include   "D:\Cristhian  Montenegro\Academia\1.
Pregrado\3.  Tesis\5.  Borradores\1.  Entregables\1.
MCS\Rhos.inc";
```

```
*===== Diseño del Modelo =====
```

```
set
    i bienes /i1*i21/
    f factores /f1,f2/
    h hogares /h1*h5/
    d sector /l,a/
    ag otros agentes /snf, sf, gob, ong/;
```

```
alias(i,ic)
alias(i,icc)
alias(f,fc)
alias(h,hc)
alias(d,dc)
alias(ag,agc);
```

```
*=====
*=====
*===== Sistema de Precios =====
*=====
*=====
```

```
parameter
```

```
    tt(i) Tasa de impuestos al consumo del producto i
    ss(i) Subsidio destinado al producto i
    mg(i) Márgenes comerciales al producto i incluido
    impuestos y subsidios
    p_ini(i) Precio del bien i después de impuestos-
    subsidios y márgenes comerciales (escenario base)
    p_subs(i) Precio del bien i después de impuestos
    y márgenes comerciales (sin subsidios - escenario base);
```

```
variables
```

```
    w(i,f) Precio del factor de producción f para la
    industria i
    p(i) Precio del bien i después de impuestos-
    subsidios y márgenes comerciales
    p_a(i) Precio del bien i antes de impuestos-
    subsidios y márgenes comerciales;
```

```
equations
```

```
    eq_p(i);
    eq_p(i) .. p(i)=e=p_a(i)*(1+mg(i))*(1+tt(i)) + ss(i);
```

```
*=====Calibracion =====
```

```
mg(i)$(ord(i)<card(i))=
MCS('mg',i)/(sum(ic,MCS(ic,i))+sum(fc,MCS(fc,i)) +
MCS('gob',i) - MCS(i,'externo') + MCS('externo',i) +
MCS('timp',i));
```

```
mg('i21') = 0;
```

```
tt(i)$(sum(ic,MCS(ic,i))+sum(fc,MCS(fc,i)) + MCS('gob',i)
- MCS(i,'externo') + MCS('externo',i) + MCS('timp',i) +
MCS('mg',i))<>0)=
MCS('tprod',i)/(sum(ic,MCS(ic,i))+sum(fc,MCS(fc,i)) +
MCS('gob',i) - MCS(i,'externo') + MCS('externo',i) +
MCS('timp',i) + MCS('mg',i));
```

```
ss(i)= MCS('subs',i)/(sum(ic,MCS(ic,i))+sum(fc,MCS(fc,i))
```

+ MCS('gob',i) - MCS(i,'externo') + MCS('externo',i) +
MCS('tmp',i));

*===== Inicializacion =====

w.l(i,f)=1;
p.l(i) = (1+mg(i))*(1 + tt(i)) + ss(i);
p_ini(i) = (1+mg(i))*(1 + tt(i)) + ss(i);
p_subs(i) = (1+mg(i))*(1 + tt(i));
p_a.l(i)=1;

*=====

*=====

*===== Problema del Productor =====

*=====

*=====

*=====

*===== Consumo Intermedio (Marx-Leontief)=====

*=====

parameters

gamma(i,ic) Proporción fija del consumo intermedio del
bien i para la industria ic
foc_i(i,ic) Parametro para la focalizacion del subsidio
(foc_i>0 significa eliminación parcial del subsidio);

variables

pai(i) Precio del consumo intermedio total de la
industria i
ci(i) Consumo intermedio total de la industria i
x(i,ic) Consumo intermedio del bien ic por la industria
i;

equations

dmd_x(i,ic) Demanda condicionada del bien ic la
industria i
zpf_ci(i) Ecuacion de cero ganancia respecto al
consumo intermedio de la industria i;

dmd_x(i,ic) .. x(i,ic)=e=gamma(i,ic)*ci(i);
zpf_ci(i) .. pci(i)*ci(i)=e=sum(ic, (p(ic)-
foc_i(i,ic)*ss(ic))*x(i,ic));

*===== Inicializacion =====

foc_i(i,ic) = 0;

x.l(i,ic)=MCS(ic,i)/(p.l(ic)-foc_i(i,ic)*ss(ic));

ci.l(i)=sum(ic,MCS(ic,i));
pci.l(i)=1;

*===== Calibracion =====

gamma(i,ic)=x.l(i,ic)/ci.l(i);

*=====

*===== Valor Agregado (Cobb-Douglas) =====

*=====

parameters

A(i) Coeficiente de productividad para la industria
i
alfa(i,f) Coeficiente de demanda del factor f en la
industria i;

variables

pva(i) Precio del valor agregado total de la industria
i
va(i) Valor agregado total de la industria i
z(i,f) Cantidad del factor f empleada por la industria
i;

equations

dmd_z(i,f) Demanda condicionada del factor f de la
industria i
zpf_va(i) Ecuacion de cero ganancia respecto al valor
agregado de la industria i;

dmd_z(i,f) ..
z(i,f)=e=((va(i)*alfa(i,f))/(A(i)*w(i,f)))/(prod(fc,(alfa(i,fc)/w(i,
fc))**(alfa(i,fc))));
zpf_va(i) .. pva(i)*va(i)=e=sum(fc,w(i,fc)*z(i,fc));

*===== Inicializacion =====

z.l(i,f)=MCS(f,i)/w.l(i,f);
va.l(i)=sum(fc,MCS(fc,i));
pva.l(i)=1;

*===== Calibracion =====

alfa(i,f)=z.l(i,f)/va.l(i);
A(i)=va.l(i)/(prod(f,z.l(i,f)**(alfa(i,f))));

```

*=====
*===== Producción Final (Marx-Leontief) =====
*=====
parameters

delta_ci(i)   Proporciones fijas del consumo intermedio
total de la industria i
delta_va(i)   Proporciones fijas del valor agregado total
de la industria i
tgob(i)      Tasa de impuestos a la producción;

variables

pq(i)        Precio de la producción final de la industria i
(después de impuestos a la producción)
pq_a(i)      Precio de la producción final de la industria
i (antes de impuestos a la producción)
q(i)         Producción final de la industria i;

equations

dmd_ci(i)    Demanda condicionada del consumo
intermedio de la industria i
dmd_va(i)    Demanda condicionada del valor agregado
de la industria i
zpf_q(i)     Ecuacion de cero ganancia respecto a la
producción final de la industria i
eq_pq_a(i)   Balance entre precios antes y después de
impuestos;

eq_pq_a(i)   ..   pq(i)=e=pq_a(i)*(1 + tgob(i));

dmd_ci(i)    ..   ci(i)=e=delta_ci(i)*q(i);
dmd_va(i)    ..   va(i)=e=delta_va(i)*q(i);
zpf_q(i)     ..   pq_a(i)*q(i)=e=pci(i)*ci(i)+pva(i)*va(i);

*===== Inicializacion =====
tgob(i)=MCS('gob',i)/(sum(ic,MCS(ic,i))+sum(fc,MCS(fc,i)
));
pq_a.l(i)= 1;
pq.l(i)= 1 + tgob(i);
q.l(i)=(va.l(i)+ci.l(i))/pq_a.l(i);

*===== Calibracion =====

delta_ci(i)=ci.l(i)/q.l(i);
delta_va(i)=va.l(i)/q.l(i);

```

```

*=====
*===== Problema del Sector Externo =====
*=====
*=====
*=====
*===== Exportaciones (CET)=====
*=====
parameters

A_exp(i)     Coeficiente de productividad para las
exportaciones del bien i
phi_exp(i,d) Coeficiente de participación del bien i en
el total de producción hacia el destino d
rho_exp(i)   Parámetro asociado a la elasticidad de
sustitución entre exportaciones y la variedad doméstica
del bien i;

rho_exp(i) = Rhos(i, 'r_exp');
rho_exp(i)$(rho_exp(i)=0)=1.2;

variables

p_exp(i,d)   Precio de las exportaciones del bien i
exp(i,d)     Producción del bien i para el destino d;

equations

dmd_exp(i,d) Demanda condicionada de la producción
del bien i para el destino d
zpf_exp(i)   Ecuación de cero ganancia respecto a la
producción del bien i para el destino d;

dmd_exp(i,d) ..   exp(i,d)=e=((q(i)/A_exp(i))*
(phi_exp(i,d)/p_exp(i,d))**(1/(1-rho_exp(i)))) /

(sum(dc$(phi_exp(i,dc)<>0),p_exp(i,dc))*(( phi_exp(i,dc) /
p_exp(i,dc))** (1 / (1-
rho_exp(i))))**(1/rho_exp(i))))$(phi_exp(i,d)<>0);
zpf_exp(i)   ..
pq(i)*q(i)=e=sum(dc,p_exp(i,dc)*exp(i,dc));

*===== Inicializacion =====
p_exp.l(i,'l')=1;
p_exp.fx(i,'a')=1;

exp.l(i,'a')=MCS(i,'externo');
exp.l(i,'l')=(pq.l(i)*q.l(i)-exp.l(i,'a'));

```

exp.l(i,d) = 0;

*===== Calibracion =====

phi_exp(i,d)=(exp.l(i,d)**(1-rho_exp(i))/sum(dc\$(exp.l(i,dc)<>0),exp.l(i,dc)**(1-rho_exp(i))))\$(exp.l(i,d)<>0);
A_exp(i)=q.l(i)/(sum(d,phi_exp(i,d)**(exp.l(i,d)**(rho_exp(i))))**1/rho_exp(i));

*=====
*===== Importaciones (CES) =====
*=====

parameters

A_imp(i) Coeficiente de productividad para las importaciones del bien i
phi_imp(i,d) Coeficiente de participación del bien i en el total de oferta desde el origen d
rho_imp(i) Parámetro asociado a la elasticidad de sustitución entre importaciones y la variedad doméstica del bien i
timp(i) Tasa de impuestos a las importaciones;

rho_imp(i) = Rhos(i, 'r_imp');
rho_imp(i)\$(rho_imp(i)=0)=-0.11;

variables

p_imp(i,d) Precio de las importaciones del bien i
imp(i,d) Oferta del bien i desde el origen d

s(i) Total de oferta del bien i para el mercado nacional;

equations

dmd_imp(i,d) Demanda condicionada de la produccion del bien i desde el origen d
zpf_imp(i) Ecuacion de cero ganancia respecto a la produccion del bien i desde el origen d

q_exp_imp(i) Balance entre la oferta mercado doméstico
p_exp_imp(i) Balance entre el precio mercado doméstico;

dmd_imp(i,d) .. imp(i,d)=e=((s(i)/A_imp(i)) *

(phi_imp(i,d)/p_imp(i,d))**(1/(1-rho_imp(i))) /

(sum(dc\$(phi_imp(i,dc)<>0),p_imp(i,dc)**(phi_imp(i,dc) / p_imp(i,dc))** (1 / (1-rho_imp(i))))**(1/rho_imp(i)))\$(phi_imp(i,d)<>0);

zpf_imp(i) .. p_a(i)*s(i)=e=sum(dc, p_imp(i,dc)*imp(i,dc));

q_exp_imp(i) .. imp(i,'l')=e=exp(i,'l');
p_exp_imp(i) .. p_imp(i,'l')=e=p_exp(i,'l');

*===== Inicializacion =====

p_imp.l(i,'l')=1;
timp(i)\$(MCS('externo',i)<>0)= MCS('timp',i)/(MCS('externo',i));
timp(i)\$(MCS('externo',i)=0)= 0;
p_imp.fx(i,'a')=1+timp(i);

imp.l(i,'l')=exp.l(i,'l');
imp.l(i,'a')=MCS('externo',i);

s.l(i)=(p_imp.l(i,'l')*imp.l(i,'l')+ p_imp.l(i,'a')*imp.l(i,'a'))/p_a.l(i);

*===== Calibracion =====

phi_imp(i,d) =(p_imp.l(i,d)*imp.l(i,d)**(1-rho_imp(i))/sum(dc\$(imp.l(i,dc)<>0),p_imp.l(i,dc)*imp.l(i,dc)**(1-rho_imp(i))))\$(imp.l(i,d)<>0);
A_imp(i)=s.l(i)/(sum(d,phi_imp(i,d)*imp.l(i,d)**rho_imp(i))**1/rho_imp(i));

*=====
*===== Problema del Consumidor (CES) =====
*=====

parameters

*//////////////////////// Consumo //////////////////////////

delta_c(h,i) Coeficiente de demanda del hogar h en gasolinas
theta_cons(h) Coeficiente de consumo final del hogar h en gasolinas
theta_c(h,i) Coeficiente de consumo final del hogar h en el bien i (excluyendo gasolinas)

rho_c Parámetro asociado a la elasticidad de sustitución entre gasolinas

foc_h(h,i) Parámetro de focalización (foc_h(h)>0 implica reducción del subsidio)

variables

ztf(f) Dotación total del factor f
c(h,i) Consumo del bien i por el hogar h
ing_d(h) Ingreso disponible del hogar h;

equations

dmd_C(h,i) consumo del hogar ;

dmd_C(h,i) .. c(h,i)=e=(theta_c(h,i)*(ing_d(h))
/(p(i)-
foc_h(h,i)*ss(i))\$(ord(i)<5 or ord(i)>6)
+ (delta_c(h,i)**(1/(1-
rho_c))*theta_cons(h)*(ing_d(h))
/((p(i)-foc_h(h,i)*ss(i))**(1/(1-
rho_c))*(sum(ic\$(ord(ic)>3 and
ord(ic)<8),(delta_c(h,ic)**(1/(1-rho_c)))/(p(ic)-
foc_h(h,ic)*ss(ic))**(rho_c/(1-rho_c))))))\$(ord(i)>4 and
ord(i)<7);

*===== Inicializacion =====

foc_h(h,i) = 0;
rho_c=0.1;
c.l(h,i)=MCS(i,h)/(p.l(i)-foc_h(h,i)*ss(i));
ing_d.l(h)=sum(i, MCS(i,h));

*===== calibracion =====

theta_c(h,i)\$(ord(i)<5 or ord(i)>6) = (p.l(i)-
foc_h(h,i)*ss(i))*(c.l(h,i))/(ing_d.l(h));
theta_cons(h) = 1 - sum(i\$(ord(i)<5 or ord(i)>6),
theta_c(h,i)) ;
delta_c(h,i)\$(ord(i)>4 and ord(i)<7) =
theta_cons(h)*(p.l(i)-
foc_h(h,i)*ss(i))*((c.l(h,i))/(ing_d.l(h))**(1-
rho_c))/sum(ic\$(ord(ic)>4 and ord(ic)<7),(p.l(ic)-
foc_h(h,ic)*ss(ic))*((c.l(h,ic))/(ing_d.l(h))**(1-rho_c));

*=====
*=====
*===== Distribucion del ingreso =====

*=====

parameters

*Ingreso primario
phi_h(h,f) Coeficiente de participación del hogar h en la distribución del pago al factor f
phi_ag(ag,f) Coeficiente de participación del agente ag en la distribución del pago al factor f
phi_ext(f) Coeficiente de participación del sector externo en la distribución del pago al factor f

*Ingreso secundario

tting_ag(ag) Tasa de impuesto a la renta para el agente ag
tting_h(h) Tasa de impuesto a la renta para el hogar h

*Ingreso disponible

phiahorro_h(h) Tasa de ahorro del hogar h
phiahorro_ag(ag) Tasa de ahorro del agente ag;

variables

*Ingreso primario
ump(f)
ing_p(f) Pago al factor f - ingreso primario por el factor f
trfact_r(f) Dotación del factor f del exterior
ing_p_h(h) Ingreso primario total del hogar h
ing_p_ag(ag) Ingreso primario total del agente ag
ing_p_ext Ingreso primario total del sector externo

*Ingreso secundario

ing_s_h(h) Ingreso secundario del hogar h
util_h(h) Utilización del ingreso secundario del hogar h
disth_ag(h,ag) Transferencia del ingreso secundario del agente ag recibida por el hogar h
disth_ext(h) Transferencia del ingreso secundario del sector externo recibida por el hogar h

ing_s_ag(ag) Ingreso secundario del agente ag
util_ag(ag) Utilización del ingreso secundario del agente ag
distag_ag(ag, agc) Transferencia del ingreso secundario del agente agc recibida por el agente ag
distag_h(ag, hc) Transferencia del ingreso secundario del hogar h recibida por el agente ag

distag_ext(ag)	Transferencia del ingreso secundario del sector externo recibida por el agente ag	*Ingreso secundario	
ing_s_ext	Ingreso secundario del sector externo	eq_ing_s_h(h)	Ecuación del ingreso secundario del hogar h
util_ext	Utilización del ingreso secundario del sector externo	blc_ing_d(h)	Balance para el ingreso disponible del hogar h
distext_ag(ag)	Trasferencia del ingreso secundario del agente ag recibida por el sector externo	eq_ting(h)	Ecuación del impuesto a la renta del hogar h
distext_h(h)	Transferencia del ingreso secundario del hogar h recibida por el sector externo	eq_ahorro_h(h)	Ecuación de ahorro del hogar h
ingextord(i,ag)	Ingresos extraordinarios del agente ag por el bien i	eq_ing_s_ag(ag)	Ecuación del ingreso secundario del agente ag
ingtax(ag)	Recaudación de impuestos pagados por el agente ag	eq_ting_ag(ag)	Ecuación del impuesto a la renta del agente ag
		eq_ahorro_ag(ag)	Ecuación de ahorro del agente ag
*Ingreso disponible = Consumo			
c(h,i)	Consumo del bien i del hogar h	eq_ingextord(i,ag)	Ecuación de ingresos extraordinarios del agente ag por el bien i
gasto(i,ag)	Gasto en el bien i del agente ag	eq_ingtax(ag)	Ecuación de ingresos tributarios del agente ag
***** Inversión *****			
inv(i)	Inversión en el bien i	eq_ing_s_ext	Ecuación del ingreso secundario del sector externo
invtotal	Inversión total	eq_ahorro_ext1	Ecuación de ahorro del sector externo;
invtotal_h(h)	Inversión del hogar h		
invtotal_ag(ag)	Inversión del agente ag		
invtotal_ext	Inversión del sector externo		
**** Impuesto a la renta ****			
ting_ag(ag)	Impuesto a la renta pagado por el agente ag	*Ingreso primario	
ting_h(h)	Impuesto a la renta pagado por el hogar h	eq_ing_p(f)	.. $ing_p(f)=e=\sum(i,w(i,f))*z(i,f) + trfact_r(f);$
		eq_ing_p_h(h)	.. $ing_p_h(h) =e=\sum(f, phi_h(h,f)*ing_p(f));$
		eq_ing_p_ag(ag)	.. $ing_p_ag(ag)=e=\sum(f, phi_ag(ag,f)*ing_p(f));$
		eq_ing_p_ext	.. $ing_p_ext =e=\sum(f, phi_ext(f)*ing_p(f));$
**** Ahorro ****			
ahorro_ag(ag)	Tasa de ahorro del agente ag	*Ingreso secundario	
ahorro_h(h)	Tasa de ahorro del hogar h	eq_ing_s_h(h)	.. $ing_s_h(h)=e=ing_p_h(h) + \sum(ag, disth_ag(h,ag))$
ahorro_ext	Tasa de ahorro del sector externo		
equations			+ $invtotal_h(h) + disth_ext(h);$
Ingreso primario		eq_ting(h)	.. $ting_h(h) =e=tting_h(h)(ing_s_h(h) - \sum(ag, distag_h(ag,h)) - distext_h(h));$
eq_ing_p(f)	Ecuación del ingreso primario total	eq_ahorro_h(h)	.. $ahorro_h(h) =e=phiahorro_h(h) *(ing_s_h(h) - \sum(ag, distag_h(ag,h)) - distext_h(h) - ting_h(h));$
eq_ing_p_h(h)	Ecuación del ingreso primario del hogar h	blc_ing_d(h)	.. $ing_d(h) =e= (1-phiahorro_h(h))*(ing_s_h(h) - \sum(ag, distag_h(ag,h)) -$
eq_ing_p_ag(ag)	Ecuación del ingreso primario del agente ag		
eq_ing_p_ext	Ecuación del ingreso primario del sector externo		

```

distext_h(h) - ting_h(h));

eq_ingextord(i,ag) ..
ingextord(i,ag)=e=(tgob(i)*pq_a(i)*q(i))$(ord(ag)=3)+0$(o
rd(ag)<>3);
eq_ingtax(ag) ..
ingtax(ag)=e=(sum(i,tt(i)*(1+mg(i))*p_a(i)*s(i))
+ sum(i, sum(agc,
ss(i)*gasto(i,agc)) + ss(i)*inv(i) + sum(ic, (1-
foc_i(ic,i))*ss(i)*x(ic, i)) + sum(h, (1-
foc_h(h,i))*ss(i)*c(h,i)))
+ sum(i,timp(i)*imp(i,'a')) +
sum(h, ting_h(h)) + sum(agc,
ting_ag(agc))$(ord(ag)=3)+0$(ord(ag)<>3);
eq_ing_s_ag(ag) ..
ing_s_ag(ag)=e=ing_p_ag(ag) + sum(agc,
distag_ag(ag,agc))
+ sum(h,
distag_h(ag,h)) + distag_ext(ag)
+ invtotal_ag(ag) +
sum(i, ingextord(i,ag)) + ingtax(ag);
eq_ting_ag(ag) ..
ting_ag(ag)=e=tting_ag(ag)*(ing_s_ag(ag)-sum(i,
p(i)*gasto(i,ag)) - sum(agc, distag_ag(agc, ag)) - sum(h,
disth_ag(h,ag)) - distext_ag(ag));
eq_ahorro_ag(ag) ..
ahorro_ag(ag)=e=phiahorro_ag(ag)*(ing_s_ag(ag)-
sum(i, p(i)*gasto(i,ag)) - sum(agc, distag_ag(agc, ag)) -
sum(h, disth_ag(h,ag)) - distext_ag(ag) - ting_ag(ag));

eq_ing_s_ext .. ing_s_ext=e=ing_p_ext +
sum(ag, distext_ag(ag)) + sum(h, distext_h(h)) +
invtotal_ext + sum(i, imp(i,'a'));

eq_ahorro_ext1 .. ahorro_ext =e=
sum(i,imp(i,'a')) + sum(f, phi_ext(f)*ing_p(f)) +
sum(h,distext_h(h)) + sum(ag,distext_ag(ag)) +
invtotal_ext
- (sum(i,exp(i,'a')) +
sum(f,trfact_r(f)) + sum(h,disth_ext(h)) +
sum(ag,distag_ext(ag)));

*===== Inicializacion =====

*Ingreso primario
trfact_r.fx(f)= MCS(f, 'externo');
ing_p.l(f)=sum(i,w.l(i,f)*z.l(i,f)) + trfact_r.l(f);

phi_h(h,f) = MCS(h,f)/(sum(hc, MCS(hc,f)) + sum(ag,
MCS(ag, f)) + MCS('externo', f));

```

```

ing_p_h.l(h) = sum(f, phi_h(h,f)*ing_p.l(f));

phi_ag(ag, f) = MCS(ag,f)/(sum(h, MCS(h,f)) + sum(agc,
MCS(agc, f)) + MCS('externo', f));
ing_p_ag.l(ag) = sum(f, phi_ag(ag,f)*ing_p.l(f));

phi_ext(f) = MCS('externo', f)/(sum(h, MCS(h,f)) +
sum(ag, MCS(ag, f)) + MCS('externo', f));
ing_p_ext.l = sum(f, phi_ext(f)*ing_p.l(f));

*Ingreso secundario
disth_ag.fx(h,ag)= MCS(h,ag);
disth_ext.fx(h) = MCS(h, 'externo');
invtotal_h.fx(h) = MCS(h, 'inv');
ing_s_h.l(h)=ing_p_h.l(h) + sum(ag, disth_ag.l(h,ag)) +
invtotal_h.l(h) + disth_ext.l(h);

distag_h.fx(ag,h) = MCS(ag,h);
distext_h.fx(h) = MCS('externo', h);
tting_h(h) = MCS('ting', h) / (ing_s_h.l(h) - sum(ag,
distag_h.l(ag,h)) - distext_h.l(h));
ting_h.l(h)=tting_h(h)*(ing_s_h.l(h) - sum(ag,
distag_h.l(ag,h)) - distext_h.l(h));
phiahorro_h(h) = MCS('ahorro', h) / (ing_s_h.l(h) -
sum(ag, distag_h.l(ag,h)) - distext_h.l(h) - ting_h.l(h));
ahorro_h.l(h) = phiahorro_h(h)*(ing_s_h.l(h) - sum(ag,
distag_h.l(ag,h)) - distext_h.l(h) - ting_h.l(h));

distag_ag.fx(ag, agc)= MCS(ag, agc);
distag_ext.fx(ag) = MCS(ag, 'externo');
invtotal_ag.fx(ag) = MCS(ag, 'inv');
gasto.fx(i,ag) = MCS(i,ag)/p.l(i);
inv.fx(i) = MCS(i,'inv')/p.l(i);
ting_ag.l(ag) = MCS('ting',ag);
ingextord.l(i,ag)=(tgob(i)*pq_a.l(i)*q.l(i))$(ord(ag)=3)+0$(
ord(ag)<>3);
ingtax.l(ag)=(sum(i,tt(i)*(1+mg(i))*p_a.l(i)*s.l(i))
+ sum(i, sum(agc,
ss(i)*gasto.l(i,agc)) + ss(i)*inv.l(i) + sum(ic, (1-
foc_i(ic,i))*ss(i)*x.l(ic, i)) + sum(h, (1-
foc_h(h,i))*ss(i)*c.l(h,i)))
+ sum(i,timp(i)*imp.l(i,'a'))
+ sum(h, ting_h.l(h)) + sum(agc,
ting_ag.l(agc))$(ord(ag)=3)+0$(ord(ag)<>3);
ing_s_ag.l(ag)=ing_p_ag.l(ag) + sum(agc,
distag_ag.l(ag,agc))
+ sum(h, distag_h.l(ag,h)) + distag_ext.l(ag)
+ invtotal_ag.l(ag) + sum(i, ingextord.l(i,ag)) +
ingtax.l(ag);

```

```

distext_ag.fx(ag) = MCS('externo', ag);
tting_ag(ag)=      MCS('ting',ag)/(ing_s_ag.l(ag)-sum(i,
p.l(i)*gasto.l(i,ag)) - sum(agc, distag_ag.l(agc, ag)) -
sum(h, disth_ag.l(h,ag)) - distext_ag.l(ag));
ting_ag.l(ag)=tting_ag(ag)*(ing_s_ag.l(ag)-sum(i,
p.l(i)*gasto.l(i,ag)) - sum(agc, distag_ag.l(agc, ag)) -
sum(h, disth_ag.l(h,ag)) - distext_ag.l(ag));
phiahorro_ag(ag) = MCS('ahorro',ag)/(ing_s_ag.l(ag)-
sum(i, p.l(i)*gasto.l(i,ag)) - sum(agc, distag_ag.l(agc, ag))
- sum(h, disth_ag.l(h,ag)) - distext_ag.l(ag) -
ting_ag.l(ag));
ahorro_ag.l(ag)=phiahorro_ag(ag)*(ing_s_ag.l(ag)-sum(i,
p.l(i)*gasto.l(i,ag)) - sum(agc, distag_ag.l(agc, ag)) -
sum(h, disth_ag.l(h,ag)) - distext_ag.l(ag) - ting_ag.l(ag));

```

```

invtotal_ext.fx = MCS('externo', 'inv');
ing_s_ext.l=ing_p_ext.l + sum(ag, distext_ag.l(ag)) +
sum(h, distext_h.l(h)) + invtotal_ext.l + sum(i, imp.l(i,'a'));

```

```

invtotal.fx = sum(h, MCS(h, 'inv')) + sum(ag, MCS(ag,
'inv')) + MCS('externo', 'inv');
ahorro_ext.l=sum(i, p.l(i)*inv.l(i)) + invtotal.l - sum(h,
ahorro_h.l(h)) - sum(ag, ahorro_ag.l(ag)) ;

```

```

inv.fx(i)=MCS(i,'inv')/p.l(i);

```

```

*=====
*=====
*=====
*===== Ecuaciones de Equilibrio =====
*=====
*=====

```

variables

```
wt(f);
```

equations

```

eql_MB(i)  Equilibrio en el mercado de bienes (excepto

```

servicios de comercio)

```

eql_MB_sc  Equilibrio en servicios de comercio
(márgenes comerciales)

```

```

eql_MF11   Equilibrio en el mercado de factores
eql_MF12   Equilibrio en el mercado de factores
eql_MF21   Equilibrio en el mercado de factores
eql_MF22   Equilibrio en el mercado de factores;

```

```

eql_MB(i)$ (ord(i)<card(i)) .. s(i) =e= sum(ic, x(ic,i)) +
sum(h, c(h,i)) + sum(ag, gasto(i,ag))+ inv(i);
eql_MB_sc .. p('i21')*s('i21') =e=
sum(ic$(ord(ic)<card(ic)) , mg(ic)*p_a(ic)*s(ic));

```

```

eql_MF11 .. sum(i,z(i,'f1')) =e= (1-
ump('f1'))*ztf('f1');
eql_MF12(i) .. w(i,'f1') =e= wt('f1');
eql_MF21 .. sum(i,z(i,'f2')) =e= (1-
ump('f2'))*ztf('f2');
eql_MF22(i) .. w(i,'f2') =e= wt('f2');

```

```
wt.l(f)=1;
```

```
ump.fx(f)=0;
```

```
ztf.fx(f) = sum(i, MCS(f,i)/w.l(i,f));
```

```

*=====
*=====
*===== Regla de Cierre =====
*=====
*=====

```

```
w.lo(i,f)=1.e-3;
```

```
p.lo(i)=1.e-3;
```

```
wt.fx('f1')=1 ;
```

```
ump.lo('f1')=-inf ;
```

```
ump.up('f1')=+inf ;
```

Anexo 6. Validación del modelo

Para la validación del planteamiento formal del modelo es posible realizar dos tipos de pruebas: un análisis de sensibilidad para evaluar qué tan volátiles pueden ser los resultados ante variaciones de los parámetros de elasticidad exógenos recogidos de la literatura; y, contrastar los resultados de un escenario que disponga de cifras oficiales para verificar la consistencia de los resultados con estas. A continuación, se realizan ambas pruebas.

Análisis de sensibilidad

En esta sección se realiza una prueba de estrés para constatar la robustez de los resultados del modelo. Se utilizan simulaciones de Montecarlo para la evaluación de 1,000 escenarios distintos para cada uno de los parámetros de elasticidad CES y CET del modelo, con lo cual, se obtiene un total de 42,000 combinaciones posibles. Debido a la exigencia computacional asociada a estas pruebas, se ha procedido a evaluar únicamente la sensibilidad de los resultados en los agregados macroeconómicos obtenidos en el Escenario 2 (Decreto 883), los cuales representan las variaciones más representativas con respecto al Escenario Base.

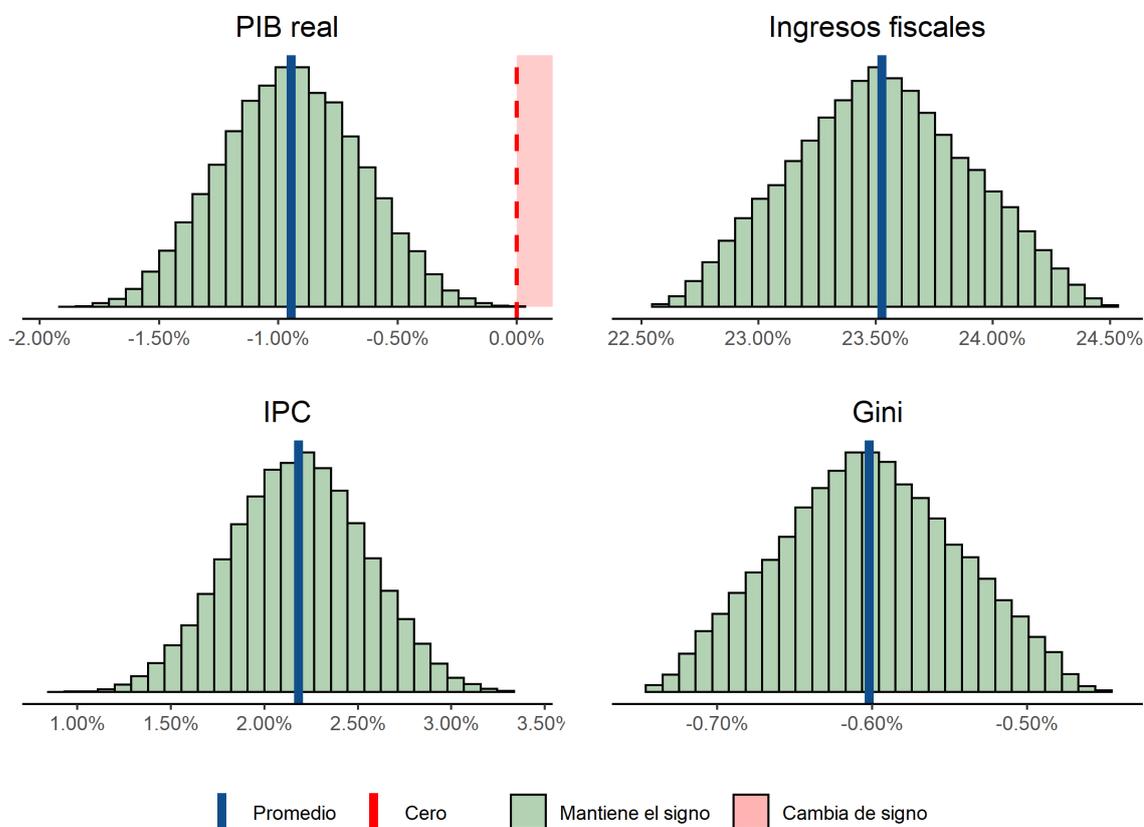
Para la generación de números aleatorios se asume una distribución triangular⁴⁹ cuya moda es el valor del parámetro de elasticidad sugerido por la literatura e implementado en el modelo; mientras que, para sus límites inferior y superior se toma un shock simétrico sobre dicha moda. Para los límites del shock se han tomado tres cortes: 1%, 5% y 10%.

Shock de hasta un +/- 1%

Como se puede apreciar en el **Gráfico A1**, con la inclusión de un shock de hasta un +/- 1% en los parámetros de elasticidad del modelo, los resultados de los agregados macroeconómicos mantienen el signo reportado en el **Capítulo 5**, con la excepción de un reducido porcentaje de observaciones (0.02%) en las cuales las variaciones del PIB real del Escenario 2 con respecto al Escenario Base se tornan positivas. En particular, el número exacto de observaciones en las cuales la variación cambia de signo puede ser visto en la **Tabla A3**; con lo cual, se verifica la consistencia de los resultados del modelo frente un shock de hasta un +/- 1%, al menos en un 99.98% de los casos.

⁴⁹ Se utiliza la distribución triangular debido a que se tiene un indicio previo en la literatura de los parámetros de elasticidad. Una prueba más ácida para parámetros impuestos de forma discrecional puede ser realizada a partir de una distribución uniforme.

Gráfico A1. Histograma de los agregados macroeconómicos evaluados en el análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 1% en el valor de los parámetros de elasticidad.



Fuente: Resultados del modelo
Elaboración: El autor

Tabla A3. Estadísticas del análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 1% en el valor de los parámetros de elasticidad.

Agregado Macro económico	Mantiene el Signo		Cambia de signo		Total	
	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total
PIB real	41,993	99.98%	7	0.02%	42,000	100%
Ingresos fiscales	42,000	100%	0	0%	42,000	100%
IPC	42,000	100%	0	0%	42,000	100%
Gini	42,000	100%	0	0%	42,000	100%
Combinación	41,993	99.98%	7	0.02%	42,000	100%

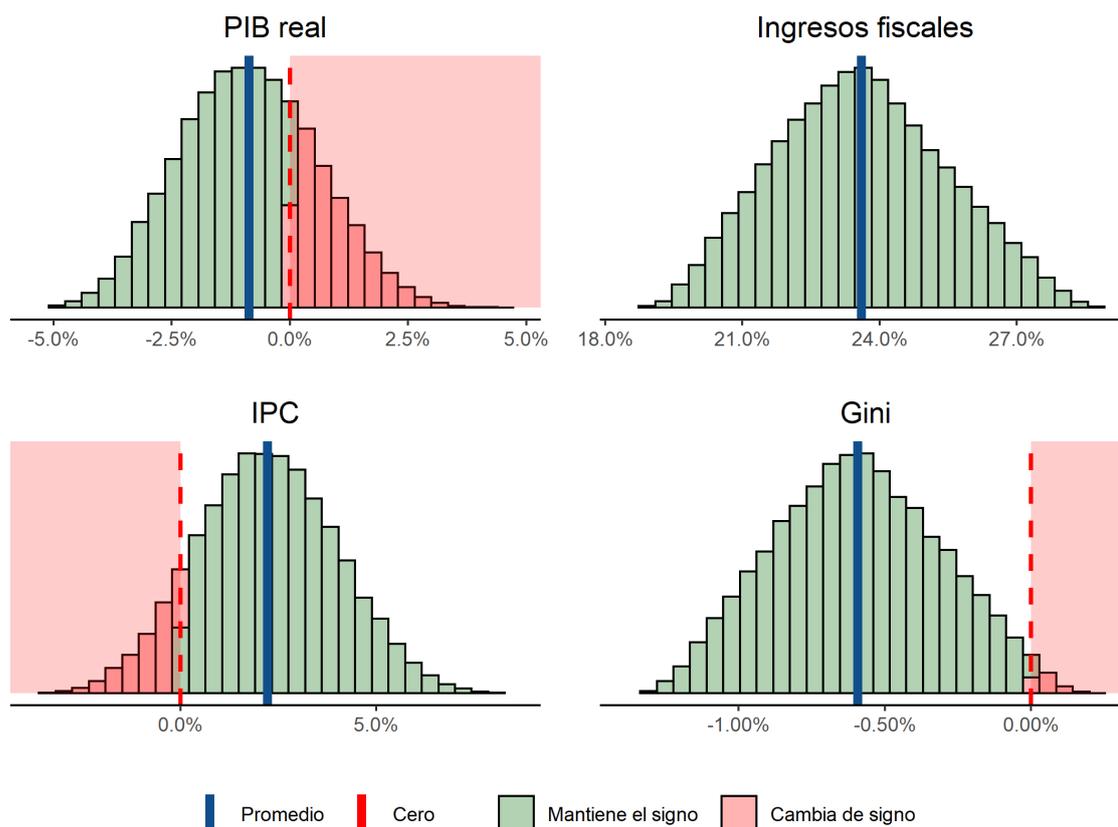
Fuente: Resultados del modelo
Elaboración: El autor

Shock de hasta un +/- 5%

Con un shock de hasta un +/- 5% sobre el valor de los parámetros, las variaciones con respecto al escenario base se tornan ambiguas (**Gráfico A2**), pues, se evidencia un incremento de los casos en los cuales se produce un cambio de signo; no obstante, en la mayor parte de observaciones (67.74%, véase **Tabla A4**) prevalece el signo de lo reportado en el **Capítulo 5**.

El cambio más significativo se da en el PIB real, lo cual es consecuente con el shock; pues, debido a que las funciones afectadas directamente son las que definen el comportamiento de las exportaciones e importaciones, el resultado de la Balanza Comercial es el que determina el cambio de signo, algo similar a lo visto en la evaluación contrafactual para los Escenarios 3 y 4 (véase el **Gráfico 12** en el **Capítulo 5**).

Gráfico A2. Histograma de los agregados macroeconómicos evaluados en el análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 5% en el valor de los parámetros de elasticidad.



Fuente: Resultados del modelo
Elaboración: El autor

Tabla A4. Estadísticas del análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 5% en el valor de los parámetros de elasticidad.

Agregado Macro económico	Mantiene el Signo		Cambia de signo		Total	
	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total
PIB real	30,191	71.88%	11,809	28.12%	42,000	100%
Ingresos fiscales	42,000	100%	0	0%	42,000	100%
IPC	37,355	88.94%	4,645	11.06%	42,000	100%
Gini	41,395	98.56%	605	1.44%	42,000	100%
Combinación	28,451	67.74%	13,549	32.26%	42,000	100%

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Shock de hasta un +/- 10%

Por último, con un shock de hasta un +/- 10% se incrementan los casos de cambio de signo (**Gráfico A3**), de tal forma que se evidencia una pérdida en la consistencia de los resultados combinados del modelo (**Tabla A5**). Nuevamente, esto puede ser explicado por el cambio en el comportamiento de las variables del sector externo, cuyo mecanismo de transmisión estaría relacionado a un mejor resultado en la Balanza Comercial que dotaría de incentivos para el incremento de la producción nacional, lo cual, impulsaría los precios a la baja y mejoraría el poder adquisitivo de los hogares, especialmente de los quintiles más altos, dando lugar a un incremento de la desigualdad.

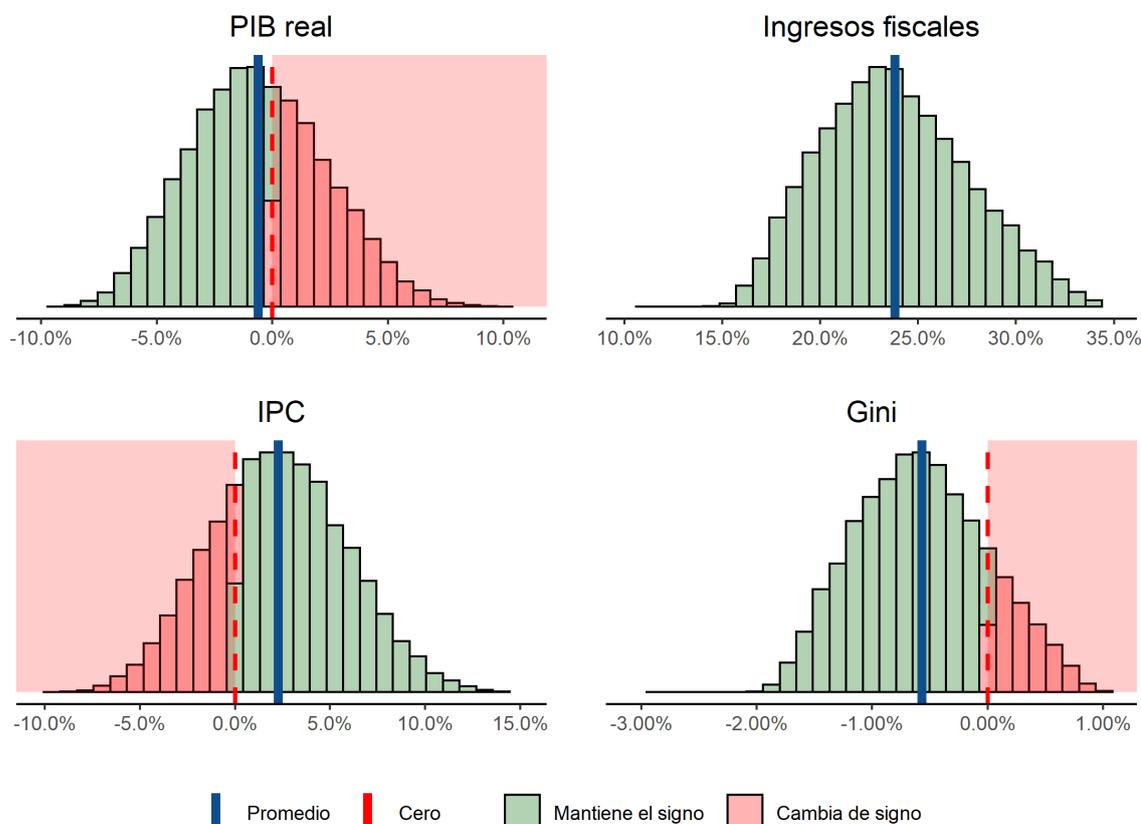
Tabla A5. Estadísticas del análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 10% en el valor de los parámetros de elasticidad.

Agregado Macro económico	Mantiene el Signo		Cambia de signo		Total	
	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total	Observaciones	% del Total
PIB real	24,912	59.31%	17,088	40.69%	42,000	100%
Ingresos fiscales	42,000	100%	0	0%	42,000	100%
IPC	30,613	72.89%	11,387	27.11%	42,000	100%
Gini	34,849	82.97%	7,151	17.03%	42,000	100%
Combinación	19,272	45.89%	22,728	54.11%	42,000	100%

Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Gráfico A3. Histograma de los agregados macroeconómicos evaluados en el análisis de sensibilidad con un shock de hasta un +/- 10% en el valor de los parámetros de elasticidad.



Fuente: Resultados del modelo

Elaboración: El autor

Cifras oficiales

Considerando la pérdida de consistencia que podría llegar a producirse si los parámetros de elasticidad recogidos en la literatura distan en más del 5% de sus valores reales, es preciso realizar una validación del modelo considerando un escenario del cual se disponga de cifras oficiales, con la finalidad de asegurar la coherencia de los resultados expuestos.

Las cifras oficiales contemporáneas al estudio corresponden a la sustitución entre el consumo de gasolinas de bajo y alto octanaje tras la reforma implementada a través del Decreto 490, el cual redujo en un 88% el subsidio a la gasolina súper (alto octanaje). De acuerdo con lo reportado por el Ministerio de Finanzas⁵⁰, tras un mes de la ejecución del Decreto 490 la cantidad de galones despachados de gasolina súper pasó de 611 mil a 365 mil (i.e. se redujo en 245 mil, el 40%); mientras que la cantidad de galones despachados

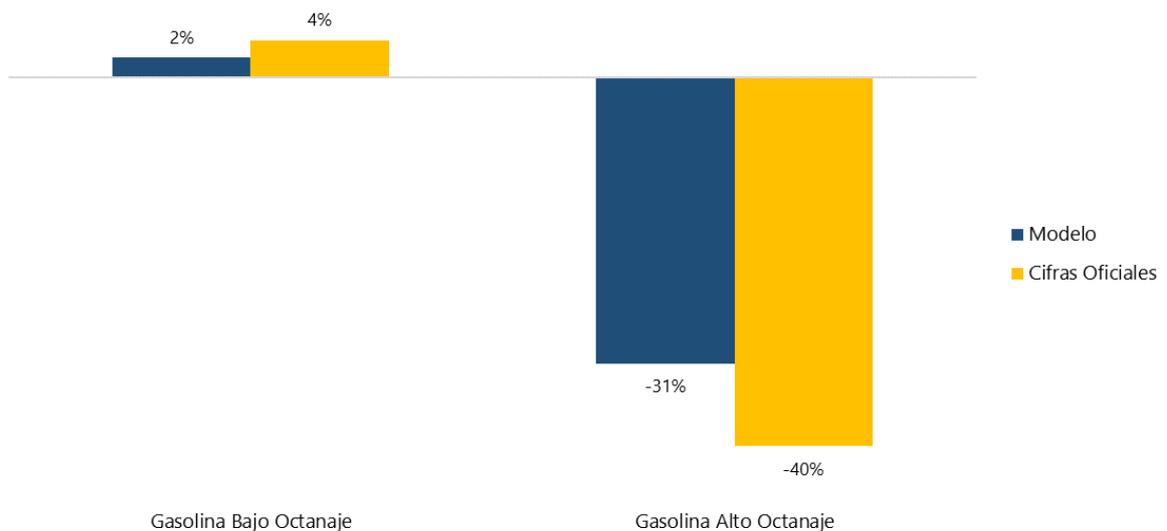
⁵⁰ Publicado a través de un comunicado de prensa disponible en la web oficial: <https://www.finanzas.gob.ec/efecto-positivo-por-la-optimizacion-del-precio-de-la-gasolina-super/>

de las gasolinas de bajo octanaje se incrementó en 100 mil galones (pasó de 2.9 millones a 3.1 millones, 4% adicional).

En ese sentido, para realizar una segunda validación del modelo, se procedió a la evaluación contrafactual de dicho decreto. Los resultados del modelo se aproximan a las cifras oficiales, con una reducción del 31% en el consumo de gasolina súper y un incremento del 2% en el consumo de gasolinas de bajo octanaje.

Las diferencias pueden atribuirse a variaciones estacionales (dado que las cifras oficiales son variaciones mensuales), cambios en la estructura económica entre 2014 (año del escenario base del modelo) y 2018 (año en el que se llevó a cabo la reforma), cambio del patrón de comportamiento asociado a las elasticidades, entre otros.

Gráfico A4. Variaciones porcentuales del consumo de gasolinas obtenidas tras el Decreto 490 según el modelo y las cifras oficiales.



Fuente: Resultados del modelo y Ministerio de Finanzas

Elaboración: El autor